



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
Departamento de Arquitetura e Construção

**ESTUDO DAS VARIÁVEIS DETERMINANTES NO
CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS: O CASO DAS
UNIDADES MUNICIPAIS DE CAMPINAS, SÃO PAULO**

Luciana Pereira Pedroso

CAMPINAS
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
Departamento de Arquitetura e Construção

**ESTUDO DAS VARIÁVEIS DETERMINANTES NO
CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS: O CASO DAS
UNIDADES MUNICIPAIS DE CAMPINAS, SÃO PAULO**

LUCIANA PEREIRA PEDROSO

Orientadora: Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha

Tese de Doutorado apresentado à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Civil, na área de concentração de Edificações.

Campinas, 29 de abril de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

P343e Pedroso, Luciana Pereira
Estudo das variáveis determinantes no consumo de
água em escolas: o caso das unidades municipais de
Campinas, São Paulo / Luciana Pereira Pedroso.--
Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

1. Água - Consumo. 2. Escolas – Edifícios. 3.
Escolas públicas. 4. Edifícios – Engenharia ambiental.
I. Ilha, Marina Sangoi de Oliveira. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Study of determinants variables of water consumption in schools:
the case of the public schools in Campinas, São Paulo

Palavras-chave em Inglês: Building systems, Water consumption, School

Área de concentração: Saneamento e Ambiente

Titulação: Doutor em Engenharia Civil

Banca examinadora: Paulo Sergio Franco, Simar Vieira de Amorim, Orestes
Marracini, Vera Maria Cartana

Data da defesa: 29/04/2008

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

ESTUDO DAS VARIÁVEIS DETERMINANTES NO
CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS: O CASO DAS
UNIDADES MUNICIPAIS DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Luciana Pereira Pedroso

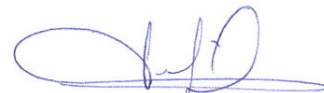
Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída
por:



Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Presidente e Orientadora/FEC-UNICAMP



Prof. Dr. Paulo Sergio Franco
Barbosa
FEC-UNICAMP



Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim
UFSCar



Prof. Dr. Orestes Marracini
Gonçalves
EP-USP



Profa. Dra. Vera Maria Cartana
Fernandes
UPF

Campinas, 29 de abril de 2008

**“A verdadeira origem da descoberta
não consiste em procurar novas paisagens,
mas em ter novos olhos”**

**Marcel Proust, escritor francês
(1871 – 1922)**

**Milhares já viveram sem amor.
Nem um sem água.**

**W. H. AUDEN, poeta inglês
(1907 – 1973)**

**Aos meus pais Manoel Francisco e Márcia,
pelo amor incondicional, confiança eterna e dedicação extrema,
além da permanente compreensão nos momentos de ausência.**

**Aos meus irmãos Manoel Francisco e Giuliana,
saudades de uma maior convivência,
devido à distância física que nos separa.**

**A Gustavo Padovani Valarini
por todo seu amor, generosidade e incentivo;
pela cumplicidade e afinidade constantes!**

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a Deus, pelo dom da vida. E por me permitir viver grandes momentos e conhecer pessoas maravilhosas.

Aos meus pais, que me alimentaram o corpo e o espírito, e que, de todas as formas possíveis, me deram a estrutura necessária no decorrer de todos os anos de minha vida, para que chegasse onde hoje cheguei.

À Profa. Dra. Marina Ilha, pela atenção dedicada, eficaz orientação e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves e ao Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim pelas ricas contribuições que foram de fundamental importância para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho, além da leitura cuidadosa do trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo Barbosa e Profa. Dra. Vera Maria Cartana pela leitura cuidadosa e pelas críticas e sugestões extremamente pertinentes para este trabalho.

À Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura Municipal de Campinas (SME/PMC) pela parceria, fornecimento dos documentos técnicos e disponibilização das escolas, objeto deste trabalho.

À equipe de micromedição da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A – SANASA, em especial aos engenheiros Celso Lapa, Leonel Gomes Pereira e Maurício André Garcia, pela parceria, acompanhamento nos trabalhos de campo, inclusive medição remota e disponibilização de informações referentes às contas de água das escolas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa na qual se insere esse trabalho, inclusive concessão de bolsa para pesquisa.

À Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, pela concessão da bolsa proveniente do programa de estágio docente (PED), a qual me permitiu a realização de um sonho pessoal.

À equipe do Lepsis (Laboratório de Ensino e Pesquisa em Sistemas Prediais) pelos momentos de trabalho em equipe, ao mesmo tempo árduos e com muita descontração: Camila Clementina Arantes, Camila Cristina da Silva, Carolina Costa, Eliza Frattini Montali, Fernanda Moraes, Fernando Henrique Gasparini, João Carlos Gomes de Barros, Laís Aparecida Ywashima, Letícia Santos Machado de Araújo, Stephanie Grant Craveiro, Solange da Silva Nunes e Otoniel Filho.

Ao amigo Marcus André Siqueira Campos pela grande ajuda na reta final deste trabalho, pelo carinho e atenção especiais.

À amiga Liwana Chiu de Lima, pela honesta e sincera amizade, apoio e grata convivência.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xvi
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO	01
1.1 Hipótese De Trabalho E Objetivos	04
1.2 Metodologia	05
1.3 Estrutura Do Trabalho	06
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	08
2.1 Estimativa Do Consumo De Água Em Escolas	08
2.1.1 Emprego Do Indicador De Consumo	09
2.1.2 Emprego De Variáveis Explicativas	12
2.2 Cenário Atual De Disponibilidade Hídrica E Ações Institucionais	14
2.3 O Contexto Da Conservação De Água Em Escolas	21
3. INVESTIGAÇÃO EM CAMPO	32
3.1 Definição E Determinação Das Unidades-Caso	32
3.2 Definição Dos Instrumentos De Coleta De Dados	36
3.3 Coleta Dos Dados	40
3.4 Resultados E Análises	43
3.4.1 Caracterização Das Unidades-Caso Investigadas	43
3.4.2 Condição De Operação Dos Aparelhos Sanitários	47
3.4.3 Avaliação Da Percepção Dos Usuários Para O Uso Racional Da Água	50
3.4.4 Perfil De Abastecimento Das Escolas Investigadas	53
3.4.5 Análise Da Variância Do Consumo	56

3.4.5.1	Cemei _____	56
3.4.5.2	Emei E Emei/Fumec _____	58
3.4.5.3	Cemei/Emei E Cemei/Emei/Fumec _____	60
3.4.5.4	Emef E Emef/Supletivo _____	62
3.4.5.5	Comentários _____	63
3.4.6	Estimativa Do Indicador E Dos Índices Representativos Do Consumo De Água_____	64
3.4.6.1	Cemei _____	65
3.4.6.2	Emei E Emei/Fumec _____	66
3.4.6.3	Cemei/Emei E Cemei/Emei/Fumec _____	67
3.4.6.4	Emef E Emef/Supletivo _____	68
3.4.7	Comportamento Da Temperatura Máxima Diária_____	69
3.5	Valores Das Contas De Água Das Escolas Investigadas E O Consumo _____	70
4.	ESTUDO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS _____	76
4.1	Variáveis Que Caracterizam A Edificação_____	77
4.2	Variáveis Que Caracterizam O Padrão De Ocupação Da Edificação _____	78
4.3	Variáveis Representativas Dos Tipos E Quantidades De Aparelhos Sanitários	79
4.4	Variáveis Representativas Da Condição De Operação Dos Aparelhos Sanitários _____	80
4.5	Variável Representativa Das Condições Climáticas _____	83
4.6	Ajuste Do Modelo De Regressão Múltipla_____	83
4.6.1	Categoria A_____	85
4.6.1.1	Aplicação Numérica Do Modelo Proposto _____	92
4.6.2	Categoria B_____	95
4.6.2.1	Aplicação Numérica Do Modelo Proposto Para A Categoria B _____	100
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	107
	ANEXOS _____	119
	ANEXO A - Exemplo de Questões Utilizadas na Entrevista Estruturada	
	ANEXO B - Exemplo de Formulário de Observação - ficha cadastral de caracterização	
	ANEXO C - Exemplo de Formulário de Observação - ficha cadastral de aparelhos sanitários	
	ANEXO D - Perfis de Abastecimento Horário das Escolas Monitoradas	

ANEXO E - Conceitos gerais de estatística utilizados nas análises efetuadas

ANEXO F - Valores Mínimo, Médio e Máximo do Consumo Diário nos Dias Úteis e Finais de Semana

ANEXO G - Temperatura Máxima Diária Durante o Período De Monitoramento Do Consumo nas Escolas Investigadas

ANEXO H - Análise de Regressão

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Localização das escolas no município de Campinas (83 unidades).	34
Figura 3-2: Localização das unidades-caso selecionadas no município de Campinas. .	36
Figura 3-3: : Instalação da caixa de proteção do hidrômetro e da interface remota.....	39
Figura 3-4: Recipientes graduados para a medição de vazamentos em: (a) chuveiros e (b) torneiras.	41
Figura 3-5: Procedimento para realização do teste da caneta para detecção de vazamentos em bacias sanitárias.	42
Figura 3-6: Exemplos de aparelhos sanitários existentes nas escolas investigadas.....	45
Figura 3-7: Exemplos de vazamentos encontrados nas escolas investigadas.....	49
Figura 3-8: Índice de percepção para o uso racional de água.....	52
Figura 3-9: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de setembro de 2004.....	55
Figura 3-10: Comportamento do consumo diário nos dias da semana e ao longo dos meses - categoria CEMEI.....	57
Figura 3-11: Comportamento do consumo diário nos dias da semana e ao longo dos meses - categoria EMEI e EMEI/FUMEC.....	59
Figura 3-12: Comportamento do consumo diário nos dias da semana e ao longo dos meses - categorias CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC.	61
Figura 3-13: Consumo nos dias da semana (l/dia) e ao longo dos meses (l/dia) - categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO.....	63
Figura 3-14: Comportamento da temperatura máxima diária verificada durante todo o período de monitoramento do consumo de água nas escolas investigadas – ano 2003.	70
Figura 3-15: Comportamento da temperatura máxima diária verificada durante todo o período de monitoramento do consumo de água nas escolas investigadas – ano 2004.....	71
Figura 3-16: Análise de regressão simples entre o indicador de consumo médio diário	

por aluno (IC) e o valor da conta de água e esgoto das escolas municipais investigadas.	75
Figura 4-1: Análise de regressão entre o indicador de consumo médio diário por aluno (IC) e a idade das escolas municipais investigadas.	83
Figura 4-2: Dispersão dos resíduos em função do valor previsto para a variável resposta – modelo ajustado para CATEGORIA A.	89
Figura 4-3: Verificação da homocedasticidade dos resíduos. – CATEGORIA A.....	90
Figura 4-4: Verificação da normalidade dos resíduos – CATEGORIA A.....	90
Figura 4-5: Valor previsto e valor medido da variável resposta – CATEGORIA A.	93
Figura 4-6: Variação do consumo diário em função da variação da temperatura máxima diária – CATEGORIA A.	95
Figura 4-7: Dispersão dos resíduos em função do valor previsto para a variável resposta – CATEGORIA B.....	98
Figura 4-8: Verificação da homocedasticidade dos resíduos – CATEGORIA B.....	99
Figura 4-9: Verificação da normalidade dos resíduos – CATEGORIA B.....	99
Figura 4-10: Valor previsto e medido da variável resposta – CATEGORIA B.	101
Figura 4-11: Variação do consumo diário em função da variação da temperatura máxima diária – CATEGORIA B.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – outros países.....	10
Tabela 2-2: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – Brasil.....	10
Tabela 3-1: Distribuição das escolas nas diferentes categorias (83 unidades).....	34
Tabela 3-2: Unidades-caso selecionadas para o desenvolvimento do presente trabalho.	35
Tabela 3-3: Tipos de vazamentos em chuveiros e torneiras e estimativa dos volumes perdidos.....	41
Tabela 3-4: Caracterização das unidades-caso com relação a população	43
Tabela 3-5: Caracterização das unidades-caso com relação a área física e ambientes sanitários	44
Tabela 3-6: Caracterização das unidades-caso com relação aos aparelhos sanitários.	44
Tabela 3-7: Índice de vazamentos e de perdas estimados para as escolas investigadas.	48
Tabela 3-8: Pontuações para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água em banheiros e salas de banho de escolas.....	51
Tabela 3-9: Índice de percepção para o uso racional da água nas unidades-caso.....	52
Tabela 3-10: Caracterização do sistema de abastecimento de água das escolas investigadas.	54
Tabela 3-11: Indicadores e índices representativos do consumo de água – categoria CEMEI.....	66
Tabela 3-12: Indicadores e índices representativos do consumo de água – categoria EMEI.	67
Tabela 3-13: Indicador e índices representativos do consumo de água – categoria CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC.	68
Tabela 3-14: Indicador e índices representativos do consumo de água – categoria EMEF e EMEF/SUPLETIVO.	69
Tabela 3-15: Valores aplicados para determinação da conta de água – categoria	

pública.....	72
Tabela 3-16: Valores das contas de água e esgoto das escolas investigadas.	74
Tabela 4-1: Modelo ajustado para a CATEGORIA A.	88
Tabela 4-2: Intervalos mínimo e máximo para as variáveis utilizadas na formulação do modelo para a CATEGORIA A	92
Tabela 4-3: Caracterização das escolas utilizadas na aplicação numérica do modelo proposto – CATEGORIA A.....	93
Tabela 4-4: Consumo determinado pela aplicação do modelo	94
Tabela 4-5: Modelo ajustado para os dados do monitoramento – CATEGORIA B.	97
Tabela 4-6: Intervalos mínimo e máximo para as variáveis utilizadas na formulação do modelo para a categoria B	97
Tabela 4-7: Caracterização das escolas utilizadas na aplicação numérica do modelo proposto – CATEGORIA B.....	102
Tabela 4-8: Consumo determinado pela aplicação do modelo.....	102

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional das Águas
CEMEI	Centro Municipal de Educação Infantil
CEPAGRI	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
CNBB	Conferência Nacional dos Bispos do Brasil
DI	Distribuição interquarticular
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgoto do Porto Alegre
DTA	Documentos Técnicos de Apoio
EMEF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
EMEI	Escola Municipal de Educação Infantil
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FUMEC	Fundação Municipal para Educação Comunitária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Indicador de Consumo
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IP	Índice de perdas
IPat	Índice de patologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IU	Índice de percepção dos usuários para o uso racional da água
Iv	Índice de vazamento
LIPURA	Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água
MMA	Ministério do Meio Ambiente

ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
PAAT	Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PRO-ÁGUA	Programa de Conservação de Água da UNICAMP
PURA	Programa de Uso Racional da Água
RMC	Região Metropolitana de Campinas
RMM	Renda Média Mensal
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.
SNRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
WCED	World Commission on Environment and Development

RESUMO

A questão da água nas cidades envolve a carência/escassez de recursos associada à crescente poluição e também grandes índices de desperdícios, que ocorrem tanto na fase de uso e operação, com perdas devido a vazamentos e mau uso desse insumo, quanto na fase de projeto e execução, com o emprego de indicadores de consumo e vazões de projeto inadequadas, que podem levar ao superdimensionamento dos componentes do sistema predial, vazões excessivas nos pontos de consumo, entre outros. A estimativa do consumo de água em edifícios é usualmente feita a partir da consideração do indicador de consumo (IC) que consiste na relação entre o volume de água consumido em determinado período e o número de agentes consumidores neste mesmo período. Apesar da facilidade de sua determinação, o IC não retrata a influência que determinadas variáveis têm sobre o consumo, principalmente em um país com uma extensão territorial tão grande quanto o Brasil e, com isso, o seu emprego em diferentes situações de projeto pode conduzir a valores inadequados do consumo de água. Nesse sentido, esse trabalho apresenta um estudo das variáveis determinantes do consumo em escolas públicas, tendo como objeto de estudo treze unidades da rede municipal de Campinas, São Paulo. A partir do monitoramento remoto do consumo por um período de oito meses, em média, foi efetuada uma análise de regressão múltipla para a determinação de modelos para a estimativa do consumo de água em duas categorias de escolas: creches e escolas de ensino infantil e escolas de ensino fundamental. Os resultados obtidos indicam que a temperatura máxima diária, a área impermeável total e o número de bacias sanitárias com válvula de descarga foram as variáveis mais representativas do consumo nas creches e escolas de ensino infantil. No caso das escolas de ensino fundamental, as variáveis mais representativas foram a temperatura máxima diária, as áreas permeável e impermeável total e o número de salas de aula.

Palavras-chave: sistemas prediais, consumo de água, escola.

ABSTRACT

The issue of water in cities involves the lack / shortage of resources associated with growing pollution and major indices of waste, which both occur during the use and operation, with losses due to leaks and misuse of water, as at the stage of project and implementation, with the employment indicators of consumption and flow rates of inadequate design, which can lead to supersize components of the building system, excessive flow rates at the consumption point, among others. The estimative of water consumption in buildings is usually made from the use of consumption indicator(IC) which is the relationship between the volume of water consumed in a established period and the number of consumers in this same period. Despite the easy of their determination, the IC does not showy the influence that some variables have on consumption, especially in a country with a large territorial extension as Brazil and thus, its use in different situations of design can lead the inadequate values of water consumption. On this way, this work presents a study of determinants variables of consumption in public schools, having as the object of this study thirteen units of the Campinas public school. From the remote monitoring of consumption for a period of eight months, on average, it was done a multiple regression analysis for the determination of models to estimate water consumption in two categories of schools: children daycare and kindgarden and middle schools. The results indicate that the daily maximum temperature, the total impermeable area and the number of close water with sanitary waste-gate variables were the most representative of consumption in children daycare and kindgarden. In the case of middle schools, the most representative variables were the daily maximum temperature, the permeable and impermeable total areas and the number of classrooms.

Keywords: building systems, water consumption, school.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os aspectos determinantes da qualidade do ambiente construído, destaca-se o desempenho dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, pela sua relação com a sustentabilidade dos edifícios, tanto no que se refere à conservação de água como aos impactos ambientais advindos da disposição do esgoto gerado.

A qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em uma escola se reflete não somente na garantia do desempenho das atividades a que essa edificação se destina, mas também em um exemplo de preocupação com o meio ambiente. Ou seja, é necessário um ambiente saudável, sem vazamentos, com disposição adequada do esgoto gerado, entre outros aspectos, de modo a se evitar contradições com os conteúdos trabalhados.

Conforme definido em Brasil (1999), a Educação Ambiental consiste no conjunto de “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente”. A Lei 9795/1999 (BRASIL, 1999), a qual institui a Política Nacional de Educação Ambiental, incumbe não somente os órgãos governamentais, mas também as instituições educacionais, os meios de comunicação, as empresas públicas e privadas e a sociedade como um todo a participarem do processo de formação de cidadãos conscientes para o desenvolvimento sustentável.

Em 1987, a World Commission on Environment and Development (WCED) apresentou uma definição para desenvolvimento sustentável, e que se tornou clássica (BRUNTLAND, 1997 *apud* SILVA, 2003):

“Desenvolvimento econômico e social que atenda as necessidades da geração atual sem

comprometer a habilidade de gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”.

Dentre os insumos a serem considerados neste conceito, a água assume papel de destaque.

A falta de consciência da população sobre o valor da água tem como consequência a prevalência da cultura do desperdício, além da poluição hídrica que causa inúmeras doenças, quer seja pela falta de água potável, como pela inexistência de saneamento adequado. Correia (2003) afirma que o consumo mundial de água potável quintuplicou entre 1940 e 2000. Nos países desenvolvidos, isso se deve principalmente aos crescentes níveis de bem-estar e ao uso ineficiente da água (nos Estados Unidos o indicador de consumo (IC) atingiu 600 litros/habitante.dia); já nos países em desenvolvimento, esse crescimento se deve principalmente ao aumento da população, apesar do IC ser bem inferior (na África, por exemplo, tem-se um indicador de cerca de 30 litros/habitante.dia).

Mesmo no Brasil, que possui uma das maiores reservas de água do mundo, tanto superficiais como subterrâneas, há ainda uma parcela considerável da população que não tem acesso a esse insumo tão importante. As regiões mais densamente habitadas possuem poucos recursos hídricos ou existe um grande nível de poluição.

A questão da água nas cidades envolve de um lado carência/escassez de recursos associada à crescente poluição e, de outro, grandes índices de desperdícios, quer seja nos sistemas prediais ou urbanos. O desperdício ocorre tanto na fase de uso e operação, com perdas devido a vazamentos e mau uso desse insumo, quanto na fase de projeto e execução, com, por exemplo, o emprego de indicadores de consumo e vazões de projeto inadequadas, que podem levar ao superdimensionamento dos componentes do sistema predial, vazões excessivas nos pontos de consumo, entre

outros.

A estimativa do consumo de água em edifícios é usualmente feita a partir da consideração do indicador de consumo (IC) que consiste na relação entre o volume de água consumido em determinado período e o número de agentes consumidores (variável mais representativa do consumo de água em um sistema) neste mesmo período (Oliveira, 1999).

O IC tem sido utilizado tanto no projeto de novas edificações como nas existentes onde se deseja, por exemplo, avaliar o consumo de água comparativamente a outras edificações similares para a implantação de programas de conservação.

A despeito da facilidade de sua determinação, o IC não retrata a influência que determinadas variáveis têm sobre o consumo, causadas principalmente em um país com uma extensão territorial tão grande quanto o Brasil e, com isso, o seu emprego em diferentes situações de projeto pode conduzir a valores inadequados do consumo de água.

Inserido nesse contexto, esse trabalho apresenta um estudo das variáveis determinantes do consumo em escolas públicas, tendo como objeto de estudo treze unidades da rede municipal de Campinas, São Paulo. A partir do monitoramento remoto do consumo por um período de oito meses, em média, foi efetuada uma análise de regressão múltipla para a determinação de modelos para a estimativa do consumo de água em duas categorias de escolas: creches e escolas de ensino infantil e escolas de ensino fundamental.

Este trabalho fecha um ciclo de pesquisas conduzidas nas escolas municipais de Campinas pelos pesquisadores do Laboratório de Ensino e Pesquisas em Sistemas Prediais do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (LEPSIS/DAC-

FEC-UNICAMP), do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv/UFSCar) e do Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão Universitária em Engenharia de Sistemas Prediais do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (GEPE-ESP/EP-USP).

1.1 HIPÓTESE DE TRABALHO E OBJETIVOS

A hipótese que norteou o desenvolvimento desse trabalho é que o consumo de água em escolas é determinado por outras variáveis que não somente o número de alunos e o emprego apenas do indicador de consumo pode levar a uma estimativa inadequada desta grandeza.

A partir da confirmação dessa hipótese, a questão de pesquisa considerada é a seguinte: quais as variáveis determinantes do consumo de água nessa tipologia de edificação?

Assim, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar a veracidade da hipótese formulada e, a partir disso, estudar as variáveis determinantes do consumo de água, tendo como objeto de estudo unidades municipais de ensino infantil e fundamental e propor um modelo de análise de regressão para a estimativa desta variável nesta tipologia de edificação.

Como objetivos secundários, destacam-se:

- avaliar comparativamente os indicadores de consumo obtidos na investigação em campo com aqueles disponibilizados na bibliografia;

- avaliar os índices representativos do desperdício de água (vazamentos, perdas por vazamentos e percepção dos usuários para o uso racional de água) e a sua influência no consumo total das escolas municipais investigadas;
- avaliar comparativamente o volume de reservação de água prevista em cada escola investigada, confrontando com os resultados do monitoramento do consumo efetuado em campo.

1.2 METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido consiste em uma pesquisa exploratória e, mais especificamente, tendo em vista os procedimentos metodológicos envolvidos, em um estudo de casos múltiplos, onde uma mesma pesquisa é replicada em diferentes situações ou unidades-caso (GIL, 2002; YIN, 2005 e COLLIS; HUSSEY, 2005).

As atividades realizadas foram organizadas em duas etapas: comprovação da hipótese formulada e proposição de modelo de análise de regressão para a estimativa do consumo em escolas.

Para a realização da etapa 1, foi desenvolvida uma investigação em campo, a qual contemplou as seguintes atividades, cujo detalhamento é apresentado no Capítulo 3:

- definição das unidades-caso a serem investigadas;

- definição dos instrumentos de coleta de dados;
- coleta de dados propriamente dita; e,
- organização dos dados para as análises.

Na etapa 2, a partir dos resultados levantados em campo, foi efetuada uma análise de regressão para a identificação das variáveis determinantes do consumo de água em escolas das seguintes categorias: creches e ensino infantil, e escolas de ensino fundamental, cuja descrição e resultados obtidos são apresentados no Capítulo 4.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Um dos fatores motivadores da realização deste trabalho é o cenário futuro (em alguns casos, presente) de escassez de água e a necessidade de utilizar racionalmente não somente este insumo, mas também os materiais e componentes que compõem o sistema predial de água.

Assim, no Capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica efetuada, a qual contempla as principais metodologias que vêm sendo empregadas para a estimativa do consumo de água em escolas, seguidas de uma contextualização do cenário atual de disponibilidade hídrica e da conservação de água nesta tipologia de edificação.

O Capítulo 3 apresenta a investigação realizada em campo e como os dados foram organizados para as análises, em conjunto com os resultados obtidos.

No Capítulo 4 é apresentada a análise de regressão efetuada, em conjunto com a expressão do modelo proposto para a estimativa do consumo em duas categorias de escolas.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais, destacando-se os temas para a realização de pesquisas futuras.

Por último, são apresentadas as referências bibliográficas e os anexos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentadas as duas principais metodologias empregadas para a estimativa do consumo de água em escolas: emprego do indicador de consumo e uso de expressões obtidas a partir de análise de regressão, em conjunto com a descrição e os resultados obtidos em alguns estudos desenvolvidos sobre este tema.

Na seqüência, tendo em vista a necessidade de se conservar água e o fato de que nas edificações escolares públicas o desperdício deste insumo tem sido destacado por diferentes autores, apresenta-se inicialmente o cenário atual de disponibilidade hídrica e as ações institucionais que vêm sendo desenvolvidas no país e, mais especificamente, um levantamento dos estudos relacionados com a conservação de água em unidades escolares.

2.1 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS

A estimativa do consumo de água, independentemente da tipologia de edificação considerada, é usualmente efetuada a partir da consideração de um indicador de consumo (volume total consumido em um determinado período de tempo dividido pelo número de agentes consumidores neste mesmo período) e da população abastecida.

Uma forma alternativa para esta estimativa tem sido o emprego de equações com variáveis explicativas, obtidas normalmente a partir de análise de regressão.

Em ambos os casos, a maior parte dos dados disponíveis não contempla ações de otimização do uso de água nas edificações.

Este item apresenta alguns exemplos de indicadores de consumo e equações com variáveis explicativas do consumo de água em escolas disponíveis na bibliografia consultada, seguido de algumas considerações sobre o impacto de ações de conservação realizadas no consumo do referido insumo em edificações existentes.

2.1.1 EMPREGO DO INDICADOR DE CONSUMO

Cheng; Hong (2004) comentam que os fatores determinantes do consumo de água em escolas são similares para algumas situações, e por isso, é comum a estimativa desta variável por meio do indicador de consumo (IC), o qual deve ser usado, contudo, apenas para uma avaliação mais superficial e preliminar dessa grandeza.

O IC de escolas é usualmente expresso em função da população total (alunos, funcionários e professores); exclusivamente dos alunos ou então dos funcionários como um todo, incluindo os professores.

A estimativa do consumo em escolas a partir do IC é efetuada com o emprego da seguinte expressão:

$$C = IC . P \quad [\text{Equação 1}]$$

Onde:

C – consumo mensal, em m³/mês;

IC – indicador de consumo, já definido (m³/agente consumidor)

P – população (número de agentes consumidores)

Exemplos de valores do IC citados por autores estrangeiros e nacionais, são apresentados, respectivamente, na Tabela 2-1 e na Tabela 2-2 .

Tabela 2-1: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – outros países.

País (cidade)	IC	Categoria	Fonte	Observação
Botswana	20 litros/pessoa.dia	não especificada	Ganesan (1998)	--
Canadá	378 litros/pessoa.dia		Bleese (1990)	para contabilização do número de pessoas, foi considerado apenas o número de funcionários
	547 litros/pessoa.dia		Ayres Associates (1993)	os alunos permanecem na escola 7 horas/dia e é preparada 1 refeição
EUA	11,0 litros/aluno.dia	infantil e fundamental	Styles; Keating (2000)	--
Taiwan (Taipei)	30 litros/pessoa.dia	fundamental	Cheng; Hong (2002)	para contabilização do número de pessoas, foi considerado o número de funcionários e de alunos, que possuíam entre 7 e 16 anos.
Taiwan (Taipei)	56,4 litros/pessoa.dia	fundamental		
Taiwan (Kau-Shong)	59,5 litros/pessoa.dia	fundamental		

Tabela 2-2: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – Brasil.

IC (litros/aluno.dia)	Categoria	Fonte: elaborado a partir de
50	não especificado	Berenhauser; Pulici (1983)
10 a 30		Melo; Netto (1988)
50		DMAE (1988) <i>apud</i> Tomaz (2000)
50		Creder (1991)
50		Macintyre (1996)
81,1	ensino fundamental (11 a 14 anos – 5º a 8º série)	Oliveira (1999)
18,6 a 30,9	educação infantil (3 a 6 anos)	Barreto; Chicchi (2001)
7,6 a 11,6	ensino fundamental (7 a 14 anos – 1º a 8º série)	
4,0 a 13,4	ensino médio (2º grau – 15 a 17 anos)	
25	ensino fundamental e médio	São Paulo (2001)
5,7 a 8,6	não especificado	Sabesp (2006)
3,79 a 12,1	educação infantil	Werneck (2006)
0,51 a 11,6	ensino fundamental	
4,5 a 7,5	ensino fundamental e médio	

Verifica-se uma grande variabilidade dos valores de IC. Tratam-se de informações de diferentes países, com regimes educacionais e hábitos dos usuários diferenciados.

Além disso, alguns autores apresentam valores extremamente baixos do IC, cujas causas/origens não foram explicitadas pelos mesmos. Acredita-se que uma análise dos hábitos dos usuários poderia explicar os valores encontrados (o não acionamento do sistema de descarga após o uso da bacia sanitária, a não utilização dos banheiros pelos alunos, tanto pelo estado de conservação desses ambientes como pelo fato de que o período de permanência da escola é pequeno, entre outros).

Por outro lado, existem alguns valores bastante elevados, o que pode ser explicado pela existência de vazamentos (exemplo, 81,1 litros/aluno.dia, onde existia um vazamento na rede de abastecimento) e também pelos hábitos dos usuários (higienização pessoal e ambiental realizada com água corrente, sem fechamento do aparelho sanitário no momento da não utilização, irrigação paisagística em horários inadequados e com o aparelho sanitário continuamente aberto, entre outros).

Além destas possíveis distorções, podem existir diferenças na forma de cálculo do IC pelos diversos autores, tais como a diferenciação do número de alunos em período parcial e integral, o número de dias considerados (somente dias úteis, 22 em média, ou, alternativamente, 30 dias por mês, etc.). Especificamente no caso dos valores apresentados por Werneck (2006), não foram retirados os meses de férias para o cálculo do consumo médio mensal, o que originou um IC menor do que efetivamente ocorre ao longo dos meses letivos. Disso decorre a necessidade de padronização de um método para a determinação do IC, de forma que os resultados obtidos em diferentes situações sejam compatíveis.

Independente dos aspectos citados destaca-se a grande variabilidade dos dados apresentados, que pode ser também decorrente do fato de que diversas variáveis podem influenciar o consumo de água em uma edificação.

2.1.2 EMPREGO DE VARIÁVEIS EXPLICATIVAS

As vazões que ocorrem nos sistemas prediais de água são dependentes das características da edificação e dos aparelhos sanitários e também das atividades desenvolvidas pelos usuários, as quais são, por sua vez, influenciadas por padrões culturais, hábitos específicos, etc (GONÇALVES, 1986).

Da mesma maneira, o consumo é dependente de diferentes fatores e a simples consideração do indicador de consumo pode não ser adequada às diferentes situações de projeto, conforme destacado anteriormente.

Ivanova; Alitchkov (2004) citam que o consumo em edificações públicas depende principalmente dos seguintes fatores: tipo de edificação, equipamentos sanitários, tipo e nível de manutenção dos sistemas hidráulicos, cultura dos consumidores e preço da água.

Silva (2004) comenta que o consumo de água depende: das condições dos sistemas prediais, da tipologia de uso da edificação, das características dos usuários e da delimitação do sistema (conjunto de fatores externos e internos existentes em cada edificação e que influenciam a variação do consumo; os fatores internos são aqueles em que se pode atuar, tais como a população, e os externos são os que não se tem controle, como, por exemplo, a temperatura).

Por outro lado, uma avaliação efetuada em 83 escolas da rede municipal de Campinas evidencia que o consumo não está diretamente relacionado com a idade da escola; foram encontradas escolas construídas recentemente e com alto consumo, e também escolas muito antigas com baixo consumo (ARAÚJO, 2004). Isto já era esperado, tanto devido à baixa qualidade dos materiais empregados, os quais podem apresentar falhas no uso/operação dos edifícios, como porque interessa para o consumo a “idade do sistema predial”, variável que não pôde ser estimada devido à

inexistência de um histórico das manutenções efetuadas.

Ressalta-se que, dentre os fatores ambientais, a temperatura é o mais citado pelos diferentes autores como determinante do consumo de água nas edificações, de forma que, com o aumento da temperatura ocorre um aumento do consumo (Dandy; Loukas; Davies (1998), Dziegielewski *et al* (2002), Jacobs (2004), Martins; Fortunato (2005) e Tamada *et al* (1993) *apud* Jacobs (2004)).

Zhou *et al* (2001) desenvolveram uma análise de regressão, onde foi avaliada a influência da temperatura máxima diária no consumo de água *per capita*, sendo verificado um aumento significativo do consumo nos meses de altas temperaturas e nos períodos mais secos.

Um outro estudo, desenvolvido no Brasil por Berenhauser; Pulici (1983) apresenta um modelo para a estimativa do consumo de água em escolas de ensino infantil e fundamental. Tal modelo foi gerado a partir da análise de regressão em uma amostra de 38 escolas localizadas na cidade de São Paulo, de um total de 1600 unidades. O consumo foi considerado dependente da área construída, do número de vagas que a escola oferece e do número de funcionários, sendo proposta a seguinte equação para a estimativa do consumo mensal:

$$Cme = 0,05 * AC + 0,1 * NV + 0,7 * NF + 20 \quad [\text{Equação 2}]$$

Onde:

Cme – consumo médio mensal, em m³;

AC – área construída, em m²;

NV – número de vagas que a escola oferece aos alunos; e

NF – número de funcionários.

Estes autores não comentam se há 100% de ocupação das vagas disponíveis nem a frequência dos alunos nas escolas que utilizaram para desenvolver o modelo.

2.2 CENÁRIO ATUAL DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E AÇÕES INSTITUCIONAIS

Em UNESCO (2006), é citado que já no ano de 2000, 20% da população mundial não tinha acesso à água potável e que será elevado o número de pessoas em diferentes nações que ficarão sem água nos próximos anos. A população mundial aumentou em 150% entre os anos de 1950 e 2000 e algumas previsões indicam um crescimento similar ou ainda maior no futuro.

Atualmente, cerca de 1,1 bilhão de pessoas no mundo inteiro não têm acesso à água potável. Além disso, cerca de 3,1% das mortes no mundo (1,7 milhões de pessoas) ocorrem devido a doenças relacionadas à falta de água potável e de saneamento adequado. Cerca de 70% das internações hospitalares no Brasil são motivadas por doenças relacionadas à água (UNESCO, 2006).

Apesar de possuir cerca de 12% da água doce disponível mundialmente, os recursos hídricos no Brasil não estão igualmente distribuídos em toda sua extensão territorial (cerca de 70% encontra-se na região norte), e as grandes concentrações urbanas já apresentam condições críticas de sustentabilidade, pelo excesso de cargas de poluição doméstica e industrial e pela ocorrência de enchentes, que contaminam os mananciais, além de uma demanda crescente deste insumo. A década de 90 foi marcada pela idéia do desenvolvimento que buscava o equilíbrio entre o investimento no crescimento dos países e a conservação ambiental. O final dos anos 90 e o início do novo século (e milênio), por sua vez, foi marcado internacionalmente pelo movimento pela busca de uma maior eficiência no uso dos recursos hídricos dentro de princípios básicos aprovados na Conferência Mundial Rio 92, sendo que a água é um dos fatores

ambientais que têm suscitado grande preocupação em todos os países (TUCCI, HESPANHOL, CORDEIRO NETTO, 2000).

Em 2005 foi estabelecida a Década Mundial da Água pelas Nações Unidas, a qual prevê, entre outras metas, o alcance de oito objetivos de desenvolvimento do milênio (ODM), de forma que todos os 191 Estados-Membro das Nações Unidas devam, até 2015, cumprir o compromisso assumido com os referidos objetivos. Um desses objetivos é reduzir pela metade a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável de qualidade (PNUD, 2006).

As tentativas de amenizar o quadro de escassez atual e futura vêm sendo também ampliadas no Brasil. Um exemplo disso é a Legislação Federal de Recursos Hídricos, que define os fundamentos, diretrizes e instrumentos de uma política de regulação do uso desses recursos no país. O principal objetivo é garantir o uso racional e integrado dos recursos hídricos, bem como assegurar não só à atual, mas às futuras gerações, a disponibilidade de água com padrões aceitáveis de qualidade (FARIA; FARIA, 2004).

Em 1990, foi criado o “Fórum Brasileiro de Organizações Não-Governamentais e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento” composto por mais de 500 entidades brasileiras, com o objetivo de unificar as questões políticas, socioeconômicas e ambientais. Em 2002, a partir de uma avaliação do atual cenário nacional, foram elaboradas algumas propostas de ações a serem aplicadas no Brasil (ONGSBRASIL, 2002):

- ações políticas – a água é colocada como fator de promoção da sustentabilidade e da paz; propõe a universalização do acesso à água potável e aos serviços de saneamento; sugere a capacitação da sociedade para a gestão da água;
- ações ambientais – sugerem a aplicação dos princípios “poluidor-pagador”

e “usuário-pagador” como fundamento da política ambiental, bem como a responsabilidade pelos danos causados ao ecossistema pela degradação e redução de recursos hídricos; e

- ações tecnológicas – propõem o desenvolvimento de tecnologias adequadas às necessidades das comunidades, como forma de impedir ou reduzir o desperdício.

O lançamento do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), em 1997, foi também uma importante ação para a promoção da sustentabilidade hídrica do país. Este programa incorpora, em âmbito federal, a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água. Tem por objetivo a “promoção do uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços”. Está estruturado por meio de documentos técnicos de apoio (DTA’s), os quais apresentam um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, auxiliando no seu desenvolvimento (PNCDA, 2006).

Em paralelo, o então Presidente da República sancionou a Lei nº 9433, a qual define a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNRH). O SNRH contempla os comitês de bacias hidrográficas e as agências de água, as quais têm como objetivos, entre outros, a promoção da cobrança do uso da água e a implementação da PNRH.

Os seguintes instrumentos de gestão foram definidos para a implementação da PNRH: planos de recursos hídricos, outorga dos direitos de uso e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Porém, os comitês de bacias não ofereciam estrutura necessária para o atendimento de atividades técnicas, tais como concessão de outorgas ou implementação de sistemas complexos de cobrança pelo uso da água. Assim, em julho de 2000 foi sancionada a Lei nº 9.984, criando a Agência Nacional das Águas (ANA).

A ANA tem como missão de regular o uso das águas dos rios e lagos e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (conhecido também como “Lei das Águas” – instrumento legal que permite a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos), garantindo seu uso sustentável, evitando a poluição e o desperdício, e assegurando para o desenvolvimento do país, água de boa qualidade e em quantidade suficiente para a geração atual e futura (ANA, 2006).

Atualmente, a ANA tem como uma de suas atribuições dar o suporte necessário tanto em termos financeiros quanto de acompanhamento técnico à estruturação de comitês de bacias hidrográficas, além de promover maior articulação interestadual entre as partes que os integram, realizar eventos (oficinas e seminários) que envolvam os diferentes setores usuários dos recursos hídricos. Esse suporte tem a finalidade de descentralizar as atividades de gestão dos recursos hídricos.

No início de 2006, foi elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o qual tem como objetivo geral *“estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social”*.

Para tanto, foi efetuada uma divisão do território nacional em 12 regiões hidrográficas, com o objetivo de elaborar e implementar subprogramas do PNRH separadamente em cada uma delas. Em cada uma destas regiões foram levantadas informações referentes à disponibilidade hídrica, demanda, qualidade das águas superficiais, variabilidade climática, entre outras. Em seguida, foram elaboradas diretrizes para a consolidação do PNRH (MMA, 2006).

De acordo com o referido levantamento, a maioria dos estados do nordeste brasileiro apresenta situação crítica entre a demanda e a disponibilidade. O estado de São Paulo, por sua vez, apresenta classificação excelente nesta relação, em virtude da

ocorrência de grandes volumes de água na bacia do rio Paraná. Apesar disso, o suprimento em algumas regiões já é crítico, principalmente pela inexistência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, com boa parte dos rios bastante poluídos.

Assim, nas grandes aglomerações urbanas tem-se, de um lado, a pressão sobre os recursos hídricos provocada pelo crescimento populacional e/ou escassez e, de outro, um *déficit* de abastecimento e tratamento de água e de coleta e tratamento do esgoto gerado.

Embora 98% dos municípios brasileiros tenham algum tipo de serviço de abastecimento de água, apenas 64% dos domicílios são atendidos por este serviço. Além disso, apenas 10,4% dos municípios, ou seja, 575 deles tratam parte deste esgoto antes de lançá-lo nos rios. Apenas 33,5% dos domicílios são atendidos por rede de coleta de esgoto, sendo que 64,7% do volume de esgoto coletado não é tratado (IBGE, 2006).

No âmbito do Estado de São Paulo, em 2001, o então governador aprovou um decreto que instituiu o programa estadual de uso racional da água potável, onde é ressaltada a importância da redução do consumo e racionalização de seu uso. Sua aplicação abrange todos os órgãos públicos e prevê uma redução de 20% no consumo de água potável. Além disso, torna obrigatório o emprego de tecnologias que possibilitem a conservação e o uso racional da água potável em todas as obras novas e reformas, independente do tamanho das mesmas, além de orientações para a verificação de vazamentos e medidas de economia que não requerem investimentos, tais como não lavar calçadas e pisos frios com mangueiras conectadas com torneiras abertas continuamente, não regar jardins em dias de chuva, fechar a torneira enquanto se escovam os dentes, diminuir o tempo de banho, etc (SÃO PAULO, 2001). Cabe ressaltar que fica a critério de cada município do Estado de São Paulo a implementação de normas para o uso racional e conservação de água. Após decorridos cinco anos de sua promulgação, não se tem registros do andamento (resultados obtidos) de sua implementação.

Tendo como principal objetivo garantir o fornecimento de água à população da cidade de São Paulo, em 1995, foi criado o Programa de Uso Racional da Água (PURA), por meio de um convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Este programa foi dividido em seis macro-programas, a saber:

- Programa 1 - banco de dados de tecnologia, documentação técnica e estudo de caso: levantamento de dados necessários para o estudo de viabilidade da implantação do programa;
- Programa 2 - Laboratório Institucional do Programa (LIPURA): desenvolvimento de gestão moderna para procedimentos comuns, enfocando o crescimento e a melhoria planejados;
- Programa 3 - Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias (PAAT): avaliação e divulgação (através do Programa 1) de novas tecnologias adequadas às necessidades brasileiras;
- Programa 4 - caracterização da demanda e impacto das ações de economia de água em edifícios residenciais e habitações unifamiliares: estabelecimento de programas de micromedição os quais permitem avaliação adequada da viabilidade técnica e econômica de programas de substituição de equipamentos (bacias sanitárias, chuveiros, etc.) em larga escala;
- Programa 5 - documentação técnica e programas da qualidade: desenvolvimento de documentação técnica, códigos de prática, normas técnicas e programas setoriais da qualidade;
- Programa 6 - programas específicos de economia de água em diferentes tipos de edifícios: realização de estudos de caso em edifícios de escritórios, escolas, hospitais, cozinhas, etc., visando a determinação de metodologias

de auditoria e procedimentos de intervenção.

Em 1997, como parte integrante do Programa 6, foi implantado o PURA-USP, desenvolvido nas unidades localizadas na cidade universitária Armando Sales de Oliveira, da Universidade de São Paulo (USP), o qual será detalhado adiante (PURA-USP, 2006).

A Região Metropolitana de Campinas (RMC), São Paulo, onde se encontram as escolas investigadas neste trabalho, agrega 19 municípios e 24 distritos, sendo que 100% dos distritos são atendidos pelo serviço de tratamento de água e coleta de esgoto, porém, apenas 11 deles (45,8%) contam com o sistema de tratamento de esgoto e 11 lançam o efluente gerado diretamente nos rios (IBGE, 2006).

A conservação de água tem sido motivo de preocupação também de outras instituições. Como exemplo, pode ser citada a Campanha da Fraternidade da Igreja Católica em 2004, intitulada “Fraternidade e Água – água, fonte de vida” cujo objetivo geral era *“conscientizar a sociedade que a água é fonte de vida, uma necessidade de todos seres vivos e um direito, e mobilizá-la para que esse direito à água com qualidade seja efetivado para as gerações presentes e futuras”*. Para alcançar este objetivo, foram propostos alguns objetivos específicos, dentre eles, conhecer a realidade hídrica do Brasil. Neste contexto, foi elaborado um texto-base com informações referentes aos aspectos gerais da água e a sua disponibilidade no mundo e no Brasil, sugestões de ações nas comunidades para sensibilização e preservação deste recurso, entre outros itens (CNBB, 2004).

No ano seguinte, integrada à Década Mundial da Água, foi instituída pelo governo federal a Década Brasileira da Água, iniciada em 22 de março de 2005, a qual tem como objetivo *“promover e intensificar a formulação e implementação de políticas, programas e projetos relativos ao gerenciamento e uso sustentável da água em todos os níveis”* (BRASIL, 2005).

Ainda no ano de 2005, foi publicada, em 28 de junho, a Lei nº 14018 no Município de São Paulo, instituindo o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações, com o objetivo de *“instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para a captação de água e reuso nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água”* (SÃO PAULO, 2005).

Neste contexto, pode-se concluir que quanto maior o consumo de água, maior o volume de esgoto a ser tratado. Assim, ao se diminuir o consumo, reduz-se o volume de esgoto a ser tratado e, portanto os custos envolvidos para o seu tratamento. Além disso, caso existam instalações elevatórias (de água ou de esgoto), o custo de energia será também reduzido. Verifica-se então, que a redução do consumo implica em outros benefícios que não somente a diminuição do valor da conta de água da edificação.

Para a definição de ações quantitativas e qualitativas e de metas de redução do consumo, torna-se necessário conhecer a sua distribuição nos diferentes setores, tipos de edificações e, mais especificamente, em cada atividade nelas realizada, de forma a identificar os grandes consumidores, potencializando as ações a serem desenvolvidas.

2.3 O CONTEXTO DA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM ESCOLAS

De acordo com a conceituação apresentada em Sautchuk *et al* (2005), a conservação de água consiste na associação da gestão da demanda (uso racional) e da oferta (emprego de fontes alternativas) de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior. Assim, um programa de conservação de água contempla ações que resultem em redução do consumo, aumentando a eficiência do uso ou ainda aumentando a reciclagem e o reuso deste insumo.

Ayres Associates (1993) apresenta um estudo desenvolvido na cidade de Tampa, Estados Unidos, em duas tipologias de edifícios (escola e condomínio residencial), onde o consumo de água foi monitorado antes e depois do conserto dos vazamentos e da substituição de aparelhos sanitários convencionais por economizadores. Na escola, onde os alunos permanecem por um período de 7 horas, inclusive fazendo uma refeição por dia; o IC passou de 10,9 para 7,7 l/aluno.dia após o conserto de vazamentos.

O impacto do conserto de vazamentos também é destacado por Wilson (2004), que estima que esta ação fosse realizada nas escolas da cidade de Cape Town, África do Sul, poderia implicar em uma grande redução do consumo de água, já que um breve levantamento em 206 unidades apontou que cerca de 60% delas necessitavam de algum tipo de manutenção.

Ainda no exterior, em 1999, foi iniciado um programa de conservação de água em uma escola de educação infantil e ensino fundamental na cidade de Worthing, Inglaterra, na qual são realizadas atividades durante a semana e também nos finais de semana. O programa contemplou a substituição de aparelhos convencionais por economizadores, sendo o consumo monitorado por meio de hidrômetros eletrônicos (STYLES; KEATING, 2000). Naquele ano a escola atendia cerca de 480 alunos, com idades variando entre 9 e 13 anos, e contava com 43 funcionários. O IC da escola era 17,4 l/aluno.dia sendo que após a substituição de aparelhos convencionais por economizadores, o mesmo foi reduzido para 7,28 litros/aluno.dia.

Cheng; Hong (2004) citam que é freqüente a ocorrência de vazamentos em escolas e que aí se encontra um grande potencial de redução de consumo. Embora o conserto de vazamentos e substituição de aparelhos seja importante, ressaltam que estas ações devem ser complementadas por uma análise profunda dos hábitos dos usuários. Em um estudo desenvolvido na Cidade de Taipei, Taiwan, com o objetivo de analisar o uso da água em escolas de ensino primário, foram investigadas 112 unidades, sendo verificado que o consumo médio de água, apenas nas torneiras, era de

12,38 m³/aluno.ano, ou seja, 46,9 l/aluno.dia. Quando considerada a população total, ou seja, alunos, funcionários e professores, o consumo médio nas torneiras era de 17 l/pessoa.dia. É também comentado que diversos estudos apresentam um valor de 30 l/pessoa.dia para o indicador de consumo de água nessa tipologia, considerando a população total (alunos e funcionários/professores) (Cheng; Hong, 2002).

Oliveira (1999) destaca que o diagnóstico do consumo de água deve contemplar também índices relacionados com a condição de operação dos aparelhos sanitários. A referida autora desenvolveu uma metodologia para a implantação de programas de uso racional de água (PURA) em edifícios, contemplando as seguintes ações: auditoria do consumo de água e diagnóstico; desenvolvimento de um plano de intervenção e avaliação do impacto de redução do consumo. Para o diagnóstico é proposta a utilização, além do IC, dos índices de vazamento (Iv) e de perdas (IP). O Iv consiste na razão entre o número de pontos de utilização com vazamento e o número total de pontos de utilização do sistema. Já o IP é definido como a razão entre o volume perdido por vazamentos em um determinado período de tempo e o volume total consumido na edificação no mesmo período de tempo.

A metodologia proposta foi aplicada em duas tipologias de edifícios, sendo uma delas uma escola pública, onde, com o conserto dos vazamentos, a redução no consumo médio mensal de água foi de 94% e, com a substituição das torneiras de lavatório convencionais por hidromecânicas, obteve-se mais 8,9% de redução. Esta escola atende alunos de ensino fundamental (5^a a 8^a séries) e médio, em três turnos distintos, não oferecendo refeição. O IC antes do conserto dos vazamentos era de 81,1 l/aluno.dia, passando para 4,5 l/aluno.dia após o conserto, e, após a substituição dos componentes convencionais por economizadores, passou para 4,1 l/aluno.dia.

A partir de uma avaliação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários durante a operação realizada em 83 escolas da rede municipal de Campinas, de onde foram selecionadas as 13 unidades para o desenvolvimento dessa tese, Araújo (2004) apresenta a incidência de patologias relacionadas com o estado de conservação

(aparência dos aparelhos sanitários - manchado, quebrado ou trincado, etc.); e relativas à condição de operação (funcionamento propriamente dito dos aparelhos sanitários – existência de vazamentos, desuso, etc.). A referida autora também avaliou a incidência de fontes potenciais de contaminação da água e do meio ambiente devido a deficiências na condição de operação dos sistemas prediais. Por fim, analisou o atendimento das exigências dos regulamentos e normas correlatas.

Como resultados, destacam-se os altos índices de perda por vazamentos (IP) que em algumas escolas atingiu mais de 84%. Além da baixa qualidade dos materiais empregados, verifica-se que o uso de água pelos usuários não é racional.

A partir disso, considerando a mesma amostra de escolas do estudo desenvolvido por Araújo (2004), Ywashima (2005) apresenta um método para determinar o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água – IU. Este índice tem como objetivo avaliar qualitativamente o comportamento dos usuários nas atividades que envolvem o uso da água, por meio da atribuição de pontos. Às atividades realizadas de forma mais racional é atribuído um maior número de pontos. Assim, ao se determinar o IU por ambiente, é possível identificar aquelas atividades onde o desperdício é maior. Os resultados são apresentados de tal forma que quanto maior o IU, maior a percepção dos usuários para o uso racional de água.

Os maiores valores do IU foram encontrados nas atividades de limpeza dos pisos das áreas internas, no banheiro e na cozinha. Além disso, a partir do levantamento das atividades desenvolvidas em um dia típico de consumo, foi verificado que o ambiente que mais consome água é o banheiro, seguido da cozinha.

Para uma das escolas investigadas, foi efetuada uma avaliação econômica da instalação de tecnologias economizadoras (bacias sanitárias e válvulas de descarga). Os resultados obtidos indicam que o investimento é viável para uma redução do consumo de 30%, para uma vida útil de 60 meses. Além disso, próximo ao período de 24 meses o investimento passa de inviável para viável financeiramente, ou seja, se a

vida útil das intervenções (se a economia de água for mantida) for maior que dois anos, o investimento permanece viável. O detalhamento deste estudo pode ser encontrado em Ywashima; Ilha; Granja (2007).

Estudos similares são citados em SABESP (2006), onde são apresentados os resultados de quatro programas de uso racional de água (PURA) desenvolvidos em escolas.

Em uma destas escolas, o consumo geral era de 2.826 m³/ano antes da implementação do PURA. Após as intervenções (conserto de vazamentos e substituição de componentes convencionais por economizadores), o consumo foi reduzido para 2.110 m³/ano. O IC médio de água passou de 15,3 para 11,4 l/aluno.dia. Deve ser ressaltado que não foi explicitada a faixa etária dos alunos e se a escola oferece refeição ou não.

Em outra escola, o volume de água consumido era de 1.572 m³/mês, passando para 352 m³/mês após o conserto de vazamentos e realização de campanha educacional. O IC médio passou de 25,5 para 5,7 l/aluno.dia.

Nessa mesma linha, foi implantado um programa de uso racional de água na cidade de São Bernardo do Campo, São Paulo, em 2000, o qual contemplou diversas ações de combate ao desperdício. Dentre elas, destaca-se a atuação em edifícios públicos municipais, e em especial, nas edificações escolares, com a implementação de ações econômicas (elevação das tarifas de água e esgoto para os grandes consumidores), sociais (campanhas educativas e de conscientização) e tecnológicas (utilização de equipamentos economizadores de água) (SCHERER, 2003).

Outro exemplo a ser citado é o trabalho desenvolvido por Vimieiro (2005) em uma escola de ensino fundamental (alunos com idade entre 7 e 14 anos) na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Considerando-se uma população de 990 alunos e 70 funcionários, o IC era de 17,7 litros/pessoa.dia. Após a substituição de torneiras convencionais por economizadoras e instalação de válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão, o indicador de consumo passou para

14,9 litros/pessoa.dia. A autora salienta que não foi efetuado conserto de vazamentos na escola como um todo, mas que, na etapa de substituição de aparelhos, eventuais vazamentos foram corrigidos.

Em função da tipologia de edificação considerada, verifica-se uma predominância de determinadas ações em programas de uso racional de água. Na tipologia escolar, pela sua própria função, a ênfase tem sido na sensibilização dos usuários, em conjunto com o emprego de tecnologias economizadoras. Um exemplo que merece destaque nesse sentido é o da cidade de Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo, aonde vem sendo desenvolvido desde 2001, na União Social Camiliana, o Programa Gota d'Água. Trata-se de uma instituição educacional particular, que atende desde a educação infantil até o ensino superior. O programa é constituído de ações educacionais e tecnológicas, voltadas ao uso racional da água, principalmente com sensibilização e mobilização dos usuários da própria instituição, conserto de vazamentos e substituição de aparelhos convencionais por economizadores. As ações desenvolvidas nesta instituição foram depois ampliadas para a cidade como um todo (SÃO CAMILO, 2006).

Atualmente, esta instituição participa da coordenação do programa Água na Escola, em parceria com a ONG Água e Cidade, o qual contempla uma metodologia de trabalho desenvolvida com alunos do ensino fundamental, visando a conscientização para a conservação de água. O programa está sendo aplicado em âmbito nacional e apresenta resultados satisfatórios na redução do consumo de água nas escolas contempladas, além da mobilização dos alunos, refletindo os resultados na comunidade como um todo.

Muitas ações de conservação, para serem efetivas, necessitam de ações/políticas públicas e institucionais, principalmente quando se trata de edificações públicas. Neste sentido, a partir da metodologia proposta por Oliveira (1999), Scherer (2003) propõe um conjunto de diretrizes para implementação e gerenciamento de programas de uso racional de água em escolas públicas a serem desencadeadas por Secretarias de Educação, sejam elas de atuação Estadual ou Municipal. O autor

apresenta as principais etapas a serem realizadas para a implementação de um programa de uso racional de água, a partir da avaliação de três unidades-caso localizadas em Curitiba, Paraná.

Dentro desse contexto, as unidades de ensino superior também tem sido objeto de programas de uso racional de água. O programa pioneiro é o que vem sendo desenvolvido, desde 1997, nas unidades do *campus* Armando Sales de Oliveira, da Universidade de São Paulo (USP). Esse estudo contemplou, entre outras, as seguintes etapas: redução de perdas físicas na rede externa; conserto de vazamentos em aparelhos sanitários; substituição de equipamentos convencionais por economizadores; caracterização de hábitos dos usuários e campanhas educativas e treinamentos (PURA-USP, 2006).

Na Fase 1 do PURA-USP foram contempladas 7 unidades e na Fase 2, 21 unidades. Durante a Fase 1, foi dado início à setorização da medição do consumo , com a instalação de 50 hidrômetros. Com a aplicação das cinco etapas descritas anteriormente, a redução do consumo de água foi de 39%. Na Fase 2, foi dada continuidade ao programa de setorização, sendo instalados mais 150 hidrômetros e as ações desenvolvidas resultaram em uma redução do consumo de 20%. Os resultados totais, contemplando ambas as fases, indicam uma redução de 36% no consumo de água do *campus*.

Também em unidades de ensino superior, Nunes *et al* (1999) desenvolveram um estudo piloto no edifício administrativo da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O estudo contemplou, além do conserto dos vazamentos existentes nos aparelhos sanitários e nas torneiras de bóia, a substituição das torneiras de lavatório e de mictório convencionais por economizadoras. Foi obtida uma redução de cerca de 77% no consumo total de água, devido principalmente ao conserto de um vazamento na torneira de bóia que alimenta o reservatório superior da edificação.

Os resultados satisfatórios obtidos nesse estudo piloto motivaram o

desenvolvimento do Programa de Conservação de Água da UNICAMP – PRO-ÁGUA, lançado em 1999, o qual contemplou, entre outras atividades, detecção e conserto dos vazamentos e instalação de equipamentos economizadores de água em lavatórios (torneiras hidromecânicas com regulador de vazão) e em mictórios (válvulas hidromecânicas) em todos os mais de 250 edifícios do *campus*. Além disso, tendo em vista a gestão do consumo, foi efetuada a setorização da medição, com a instalação de cerca de 110 hidrômetros eletrônicos. Apenas com estas ações iniciais, a redução do consumo mensal foi de cerca de 25% (PRO-ÁGUA, 2006).

Outras unidades de ensino superior estão implementando programas similares, tais como a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Na UFSCar, o programa contemplou a detecção de vazamentos e a sensibilização da comunidade universitária através de palestras e cartazes (UFSCar, 2006). Na UFBA, a ênfase maior foi dada à setorização da medição, com a implementação de um sistema que permite o acompanhamento, pelos usuários, via Internet, do consumo de água. As informações sobre o programa desenvolvido nesta universidade podem ser encontradas em UFBA (2006).

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) foi efetuada uma tentativa de implementação de Programa de Uso Racional de Água em um edifício da universidade, embasado na metodologia proposta por Oliveira (1999). A conclusão do estudo preliminar é que atualmente ainda não existem condições dentro da universidade para o desenvolvimento de um programa mais amplo sem a existência de intervenções prévias na infra-estrutura instalada. Também foram destacados alguns problemas no decorrer do desenvolvimento do trabalho: falta de documentação dos sistemas hidráulicos, falta de controle, planejamento e manutenção dos sistemas prediais. A recomendação é de que sejam desenvolvidos estudos mais aprofundados sobre a situação dos sistemas hidráulicos na universidade, para que sejam definidas com maior precisão etapas e metas para a implementação do programa (MENDES; SCHMITT, 2007).

Os trabalhos citados ao longo deste item contemplam somente ações voltadas

para o uso racional da água (gestão da demanda) em unidades escolares, porém existem também estudos que propõem ações voltadas para a gestão da oferta (emprego de fontes alternativas de água), conjugadas ou não com a gestão da demanda. Dentre as fontes alternativas, destaca-se a água pluvial, que pode ser utilizada para fins menos nobres, onde não é necessário o uso de água potável, como por exemplo, na descarga de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de pisos, lavagem de veículos, reserva de incêndio, etc.

Wung; Lin; Huang (2006) apresentam um método para avaliar o potencial do uso de água pluvial em escolas de ensino fundamental na cidade de Taipei, Taiwan. Uma das conclusões obtidas é que a água de chuva poderia suprir em até 35% a demanda de água destas escolas.

No Brasil, começam a surgir também estudos nesse sentido, porém, percebe-se que a questão da qualidade da água, fator de extrema importância, vem sendo minimizada ou, até mesmo, desconsiderada. Um exemplo a ser citado é o trabalho desenvolvido por Werneck (2006), que apresenta os custos de instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma escola localizada na cidade de Barra do Piraí, Rio de Janeiro, onde não foi efetuada a caracterização da água a ser utilizada. O referido autor estima que cerca de 34% do consumo de água da escola poderia ser suprido com água pluvial.

A água pluvial pode apresentar características similares às da água potável, mas também pode conter vários agentes contaminantes, quer seja pelas características da superfície de coleta (materiais empregados, presença de animais, etc) ou pela forma de reservação, conforme comprovam os trabalhos desenvolvidos por May (2004) e Paula (2005).

May (2004) apresenta a caracterização da água pluvial coletada em uma investigação experimental conduzida no Centro de Técnicas da Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foi verificada a presença de bactérias, evidenciando a necessidade de um tratamento (desinfecção) antes de sua

utilização. O sistema empregado contemplava a passagem da água coletada por um sistema de sedimentação seguido de filtragem, eliminando partículas e materiais orgânicos; as características físicas e químicas atenderam aos padrões do Ministério da Saúde.

A autora destaca também que análises realizadas por outros pesquisadores demonstram o caráter ácido das chuvas da cidade de São Paulo, o que não foi verificado no estudo por ela desenvolvido, onde a água coletada apresentava uma menor acidez. Finalmente, é ressaltado que a água pluvial deve ser utilizada apenas para consumo não potável.

Paula (2005) por sua vez, monitorou a qualidade da água pluvial armazenada por um determinado período de tempo, tendo em vista as características da cidade estudada (Goiânia, Goiás), que apresenta um período de chuvas seguido de um período de estiagem, pressupondo o armazenamento da água para posterior uso. Para tanto, foi executada uma instalação protótipo no Laboratório de Sistemas Prediais da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás. Dentre os resultados obtidos no que se refere à qualidade da água reservada, foi verificado que os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da água pluvial, de um modo geral, não sofreram variações sensíveis ao longo do período de avaliação de 37 semanas em que a mesma foi mantida no reservatório.

Outros autores nacionais têm se dedicado ao estudo da qualidade da água pluvial, dentre os quais destacam-se Gonçalves *et al* (2006), Campos *et al* (2007) e Santos; Froehner (2007).

Campos *et al* (2007) apresentam uma proposta de parâmetros mínimos da água pluvial a serem avaliados e a periodicidade desta avaliação, tendo em vista a preservação da saúde dos usuários finais, quais sejam: PH, sólidos totais e cor aparente. Recomendam que a periodicidade da avaliação seja mensal.

Já Santos; Froehner (2007) desenvolveram um estudo comparativo entre a qualidade da água pluvial e da água cinza em algumas edificações residenciais

localizadas em Curitiba. Concluíram que a água pluvial apresenta melhores condições de aproveitamento em termos qualitativos que a água cinza, mas requer também tratamento, em especial para a remoção de microrganismos patogênicos. Além disso, ressaltam que deve ser avaliado o tempo máximo de armazenamento da água de chuva para manutenção de qualidade mínima. Finalizam reforçando que ambos tipos de fontes alternativas de água requerem tratamento para o atendimento dos critérios de qualidade para o uso urbano, de maneira a minimizar os riscos à saúde pública.

A caracterização quantitativa e qualitativa da água de chuva também é abordada em Gonçalves *et al* (2006), que apresenta estudos realizados com este objetivo em Vitória/ES e Florianópolis/SC. Tendo em vista que a qualidade da água de chuva diminui ao passar pela superfície de captação, os autores reforçam a necessidade de que o volume inicial da chuva deve ser descartado. Assim, ao eliminar do reservatório de captação 0,5 mm de volume de água da primeira chuva, os parâmetros avaliados ficaram abaixo dos limites recomendados, excetuando-se o parâmetro coliformes fecais, o que é alcançado com uma desinfecção adicionada ao tratamento simplificado. Quando foi eliminado mais de 1,0 mm de volume de água da primeira chuva do reservatório de captação, todos os parâmetros ficam abaixo dos limites estabelecidos.

Os resultados obtidos nesses trabalhos são, a princípio, válidos apenas para os locais em que os mesmos foram realizados, já que as características ambientais são determinantes da qualidade da água disponível. Cabe ressaltar, por fim, que o emprego de fontes alternativas pode ser uma ação bastante eficiente de conservação, porém deve ser sempre acompanhada de ações que promovam o uso racional deste insumo. Além disso, o uso de águas pluviais em escolas deve estar cercado de cautela, uma vez que existe possibilidade de contaminação. O uso de fontes alternativas de água, sem a devida gestão, independentemente da tipologia considerada, pode resultar em grandes problemas de saúde pública.

3. INVESTIGAÇÃO EM CAMPO

Neste capítulo é apresentada a descrição da investigação realizada em campo, com o critério adotado para a seleção das unidades a serem investigadas, a definição dos instrumentos de coleta dos dados e os resultados e análises realizadas.

3.1 DEFINIÇÃO E DETERMINAÇÃO DAS UNIDADES-CASO

Para a definição das unidades-caso, foram consideradas inicialmente 83 escolas municipais de Campinas, São Paulo, nas quais foi efetuado um levantamento para o estabelecimento de indicadores de uso racional da água e avaliação do potencial de conservação deste insumo nesta tipologia de edificação. A referida pesquisa envolveu pesquisadores de três universidades públicas do Estado de São Paulo (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP, sob a coordenação desta última), cujos resultados podem ser encontrados em Araújo (2004), Barros (2004), Ywashima (2005), Gonçalves *et al* (2005a), Gonçalves *et al* (2005b), Gonçalves *et al*, (2005c), Pedroso *et al* (2005), Pedroso *et al* (2006), Pedroso *et al* (2007).

Esse número (83) corresponde a 54,2 % das escolas municipais de Campinas existentes no ano de 2002. Vale destacar que estão contempladas nesse total as seguintes categorias:

- CEMEI - Centro Municipal de Educação Infantil: crianças de 3 meses a 4 anos, em período integral (normalmente das 7 às 18h);
- EMEI - Escola Municipal de Educação Infantil: crianças de 4 a 6 anos, em período parcial (normalmente das 7 às 12h e das 12 às 17h);

- CEMEI/EMEI - crianças de 3 meses a 6 anos. As crianças menores de 4 anos permanecem em período integral e as de 4 a 6 anos em período parcial;
- EMEF - Escola Municipal de Ensino Fundamental: crianças de 7 a 14 anos, divididas em três períodos: matutino (das 7 às 11h), intermediário (das 11 às 15h) e vespertino (das 15 às 19h).

Além dessas categorias, algumas escolas possuem classes de ensino supletivo e/ou alfabetização de adultos (Fundação Municipal para Educação Comunitária - FUMEC) no período noturno, onde os alunos permanecem cerca de duas horas e meia por dia. Assim, foram consideradas três categorias adicionais: **EMEF/SUPLETIVO**, **CEMEI/EMEI/FUMEC** e **EMEI/FUMEC**.

Na investigação patológica realizada por Araújo (2004), foi detectado que algumas informações constantes no cadastro fornecido pela Secretaria de Educação não correspondiam à realidade encontrada em campo, tais como:

- um único hidrômetro abastecendo mais de uma escola, de diferentes tipologias;
- abastecimento de várias edificações com fins diversos (residência de zeladoria, igreja, entre outros) passando por um único hidrômetro;
- existência de ensino noturno em tipologias diferentes da EMEF;
- existência de um número diferente de hidrômetros que os cadastrados pela concessionária local (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. – SANASA), o qual havia sido considerado inicialmente.

Em função disso, o número total de escolas consideradas inicialmente, para a definição da amostra, sofreu ajustes. A Tabela 3-1 apresenta a distribuição final das 83

unidades nas categorias citadas.

Tabela 3-1: Distribuição das escolas nas diferentes categorias (83 unidades).

Categoria	Nº de unidades contempladas no estudo	Porcentagem do total existente no município no ano de 2002
CEMEI	05	71,4
EMEI	41	64,1
EMEI/FUMEC	03	50,0
CEMEI/EMEI	23	52,3
CEMEI/EMEI/FUMEC	01	100,0
EMEF	03	60,0
EMEF/SUPLETIVO	07	22,6

Fonte: Araújo (2004).

Um dos critérios adotados pela referida autora para a seleção das unidades a serem investigadas foi a distribuição o mais homogênea possível da localização das mesmas no município de Campinas, conforme pode ser visualizado na Figura 3.1.

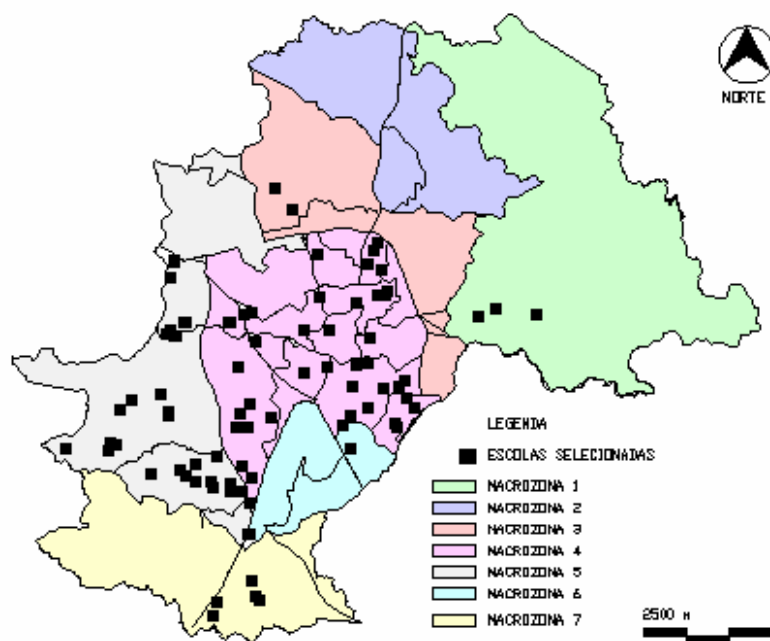


Figura 3.1: Localização das escolas no município de Campinas (83 unidades).

Fonte: Araújo (2004)

Para o desenvolvimento do presente trabalho, tendo em vista o número de sistemas de aquisição remota dos dados (hidrômetros e interfaces) e o tempo disponível para o monitoramento simultâneo do consumo de água, foram selecionadas treze unidades, a partir dos seguintes critérios:

- todas as categorias citadas anteriormente deveriam estar representadas;
- deveriam ser incluídas unidades com indicador de consumo (IC) próximo da média do universo analisado de sua categoria; e,
- a localização geográfica das escolas deveria ser o mais homogênea possível pelo município como um todo.

As treze unidades-caso selecionadas, com a respectiva categoria e proporção no total de escolas inicialmente consideradas (83 unidades) é apresentada na Tabela 3-2; a localização geográfica consta na Figura 3.2. A descrição detalhada das unidades-caso selecionadas é efetuada no item 3.4.

Tabela 3-2: Unidades-caso selecionadas para o desenvolvimento do presente trabalho.

Categoria	Quantidade	Porcentagem do total de cada categoria*
CEMEI	2	40,0
CEMEI/EMEI	1	4,3
CEMEI/EMEI/FUMEC	1	100,0
EMEI	3	7,3
EMEI/FUMEC	1	33,3
EMEF	2	66,7
EMEF/SUPLETIVO	3	42,9

Nota: * calculado considerando-se o total de 83 escolas.

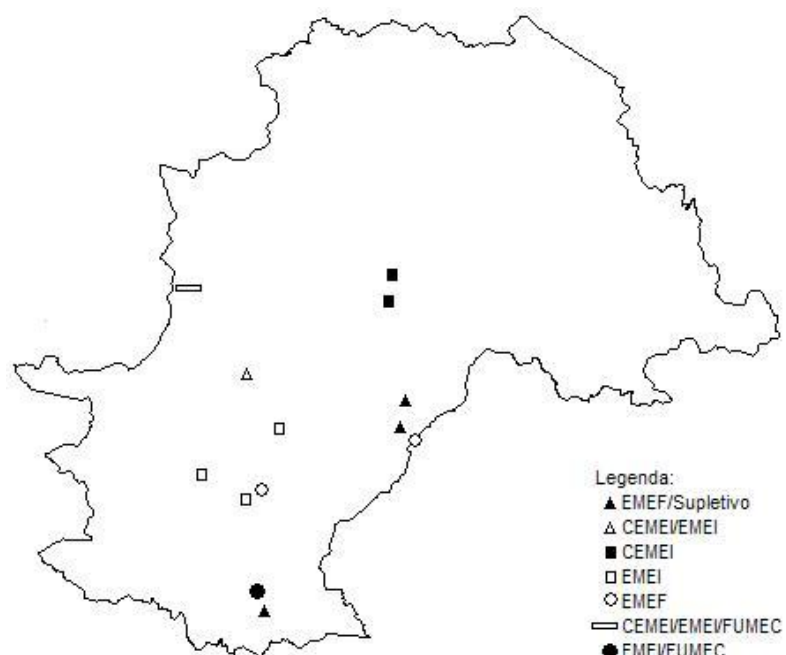


Figura 3.2: Localização das unidades-caso selecionadas no município de Campinas.

3.2 DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A partir da seleção das unidades-caso, foram definidas as informações a serem coletadas em campo, quais sejam:

- características da edificação (área permeável, área impermeável, número de salas de aula, número de banheiros, existência de horta);
- padrão de ocupação da edificação (número de alunos, número de funcionários e número de professores por período);
- tipos, quantidades e condição de operação dos aparelhos sanitários;
- atividades realizadas com o emprego de água; e

- consumo total diário de água das escolas.

De posse dos tipos de informações a serem coletadas e das restrições citadas anteriormente, foram definidos os instrumentos a serem utilizados, quais sejam:

- entrevistas;
- formulários de observação; e
- sistema remoto de aquisição de dados de consumo de água.

As entrevistas foram realizadas a partir de uma relação fixa de perguntas, onde os usuários entrevistados respondiam às questões previamente formuladas, constituindo o que Gil (2002) denomina de entrevista totalmente estruturada. As questões contempladas se referem à forma de utilização e à satisfação dos usuários na realização das atividades de higienização ambiental e pessoal, além de irrigação (basicamente em hortas). O Anexo A apresenta um exemplo das questões empregadas nas entrevistas com as diretoras das escolas.

Os formulários de observação foram empregados basicamente para o levantamento das características da edificação, tipos, quantidades e condição de operação dos aparelhos sanitários. Estes formulários estão sub-divididos, de acordo com sua finalidade, em ficha cadastral de caracterização e ficha cadastral dos aparelhos sanitários.

A ficha cadastral de caracterização foi utilizada para o levantamento dos dados gerais da edificação, tais como períodos de funcionamento da escola, meses de férias, população fixa, ano de construção, existência de construção que não conste no projeto original, área construída e informação relativa ao uso da escola nos finais de semana (ver exemplo no Anexo B).

As fichas cadastrais dos aparelhos sanitários foram empregadas para o levantamento dos pontos de utilização existentes em cada ambiente e o respectivo estado de conservação. O Anexo C apresenta exemplos das referidas fichas.

Por sua vez, o sistema remoto de aquisição dos dados de consumo de água foi empregado para o levantamento do perfil de abastecimento e identificação dos volumes consumidos diariamente.

Considerando-se que as escolas investigadas estão distribuídas pelo município de Campinas, foram estabelecidas algumas diretrizes para a seleção do tipo de sistema de aquisição e transmissão dos dados a ser empregado, tais como a não existência de limitação das distâncias envolvidas, a facilidade de instalação, a confiabilidade do processo de aquisição de dados e os custos de implementação e operação.

A partir disso, o sistema selecionado é composto por uma central de aquisição (computador e programa computacional de gerenciamento dos dados), unidades remotas de captação dos sinais dos medidores e envio à central, via modem, utilizando-se a linha telefônica convencional como meio de transmissão, e hidrômetros mecânicos, do tipo volumétrico, classe C, com saída pulsada. Este sistema é capaz de coletar e armazenar os dados de consumo a serem estudados a intervalos de até 01 minuto.

No presente estudo, tendo em vista que se pretende levantar o perfil de abastecimento e o consumo total diário, foram considerados intervalos de leitura de 30 minutos. Depois disso, os dados foram totalizados em cada hora do dia para a determinação do consumo horário e em 24 horas para a determinação do consumo diário.

O hidrômetro foi instalado junto ao cavalete da concessionária, para a montagem conjunta da unidade remota, (ver Figura 3.3), a qual efetua uma ligação telefônica automática e pré-programada para uma central de armazenamento e gerenciamento, possibilitando a transmissão dos dados coletados e armazenados pela

mesma. A linha utilizada pela interface remota não precisa ser dedicada exclusivamente para esse fim, podendo-se utilizar a linha telefônica convencional da escola durante a madrugada, por exemplo.



Figura 3.3: : Instalação da caixa de proteção do hidrômetro e da interface remota.

Este sistema proporciona grande flexibilidade, uma vez que permite o levantamento de consumo de água em edificações distantes umas das outras, sem a necessidade de alocar linhas telefônicas dedicadas ou cabeamento suplementar.

Além das variáveis relacionadas com as escolas propriamente ditas, foram levantadas informações relativas às condições ambientais. O clima de uma dada região é determinado por diversos fatores, dentre os quais a temperatura, regime pluviométrico, umidade do ar, ventos e pressão atmosférica, os quais, por sua vez, são condicionados por fatores como altitude, latitude, condições de relevo, vegetação e continentalidade.

Dentre estes fatores, a maioria dos trabalhos consultados na revisão bibliográfica indica o emprego da temperatura como determinante do consumo de água. Em função disso, a temperatura foi a variável ambiental selecionada. E, tendo em vista os dados disponibilizados pela maioria das estações meteorológicas, o que facilita o seu levantamento pelos projetistas, optou-se pelo emprego da temperatura máxima

diária para o presente estudo.

Os dados de temperatura foram obtidos junto ao Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas – CEPAGRI/UNICAMP, disponíveis em Cepagri (2006).

A tarifa de água e esgoto das escolas e a renda média das famílias no entorno das mesmas foram as variáveis econômicas selecionadas para as análises.

As tarifas de água e esgoto foram levantadas junto à Concessionária de Água e Esgoto local (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. – SANASA).

Já as informações relativas à renda média das famílias no entorno das escolas investigadas foram levantadas junto aos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, referentes ao censo demográfico do ano 2000, disponíveis na Base de Informações por Setor Censitário (IBGE, 2002) e a divisão de macro-regiões existente no município de Campinas, as quais foram apresentadas anteriormente na Figura 3.1.

3.3 COLETA DOS DADOS

As entrevistas foram realizadas inicialmente com o responsável pela unidade, geralmente o(a) diretor(a), a fim de se obter os dados característicos das edificações, os quais foram inseridos na planilha correspondente.

Em seguida, com cada tipo de usuário foram efetuadas as demais entrevistas, levantando, basicamente, a forma de uso e satisfação com os aparelhos sanitários do banheiro para higiene pessoal e a forma de higienização dos ambientes sanitários. Esta etapa da pesquisa foi realizada em conjunto com outro trabalho, sendo que o detalhamento da coleta dos dados pode ser encontrado em Ywashima (2005).

O preenchimento dos formulários de observação foi efetuado a partir da inspeção visual da condição de operação dos pontos de consumo e respectivos aparelhos sanitários.

No caso de torneiras e chuveiros, além da inspeção, foi caracterizado o tipo de vazamento existente, tomando como base os valores apresentados na Tabela 3-3, e também a partir da medida direta do volume perdido, utilizando-se para tanto recipientes graduados (ver Figura 3.4) e cronômetros.

Tabela 3-3: Tipos de vazamentos em chuveiros e torneiras e estimativa dos volumes perdidos.

Tipo de vazamento	Frequência (gotas/minuto)	Volume perdido estimado (litros/dia)
gotejamento lento	Até 40	6 a 10
gotejamento médio	40 < gotas < 80	10 a 20
gotejamento rápido	80 < gotas < 120	20 a 32
gotejamento muito rápido	Impossível contar	>32
filete ≈ 2mm	---	>114
filete ≈ 4mm	---	>333

Fonte: OLIVEIRA (1999).



(a)



(b)

Figura 3.4: Recipientes graduados para a medição de vazamentos em: (a) chuveiros e (b) torneiras.

Os vazamentos nas bacias sanitárias, quando de grande magnitude, foram detectados visualmente, pela existência de movimento na água no poço desse aparelho

sanitário. Para a detecção de microvazamentos foi realizado o teste da caneta, cuja seqüência de realização pode ser visualizada na Figura 3.5.



(a) secagem do poço da bacia



(b) traçado da linha - caneta com tinta solúvel em água



(c) ocorrência de vazamento: linha tracejada

Figura 3.5: Procedimento para realização do teste da caneta para detecção de vazamentos em bacias sanitárias.

Fonte: NUNES (2000).

Para a coleta dos dados de consumo, devido às particularidades do sistema empregado, após a instalação convencional dos hidrômetros em campo (execução do cavalete, da caixa de proteção e devida instalação física do hidrômetro) foram instaladas e configuradas as interfaces remotas, para aquisição dos pulsos gerados pelo hidrômetro utilizado. As interfaces foram configuradas de modo que armazenassem dados a cada 30 minutos, sendo que uma vez por semana esta interface efetuava uma ligação telefônica automática e pré-programada para a central de armazenamento e gerenciamento, para o envio dos dados. A central estava situada em uma sala na SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. – SANASA), e é composta por um computador com um programa de gerenciamento dos dados (“Meter Sentry Manager”).

3.4 RESULTADOS E ANÁLISES

3.4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES-CASO INVESTIGADAS

A caracterização das escolas investigadas é apresentada nas Tabela 3-4 a Tabela 3-6. A Figura 3.6 apresenta alguns exemplos de aparelhos sanitários existentes nas escolas investigadas. Todas as escolas municipais existentes em Campinas, à época do estudo, foram identificadas com um número no banco de dados elaborado. Assim, a primeira coluna da Tabela 3-4 apresenta a categoria da escola (CEMEI, EMEI, etc) e o referido número de identificação.

Tabela 3-4: Caracterização das unidades-caso com relação à população.

Escola	Pop. Total	Período diurno				Período noturno		
		Nº de alunos em PI	Nº de alunos em PP	Nº de func.	Nº de prof.	Nº de alunos	Nº de func.	Nº de prof.
CEMEI 31	116	85	0	28	3	0	0	0
CEMEI 44	138	106	0	28	4	0	0	0
CEMEI/EMEI 119	546	48	440	35	23	0	0	0
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	786	96	619	52	21	89	1	4
EMEI 22	80	0	64	11	5	0	0	0
EMEI 118	59	0	50	7	2	0	0	0
EMEI 158	188	0	165	15	8	0	0	0
EMEI/FUMEC 157	225	0	112	7	4	98	1	3
EMEF 61	371	0	346	9	16	0	0	0
EMEF 71	614	0	581	13	20	0	0	0
EMEF/SUPLETIVO 70	958	0	906	17	43	49	1	2
EMEF/SUPLETIVO 59	645	0	582	9	12	39	1	2
EMEF/SUPLETIVO 78	636	0	445	15	35	134	1	6

LEGENDA: Pop – população PI – período integral PP – período parcial func – funcionários prof – professores

Tabela 3-5: Caracterização das unidades-caso com relação à área física e ambientes sanitários.

Escola	Ano de construção	Área permeável (m ²)	Área impermeável ¹ (m ²)	Nº de salas de aula	Nº de banheiros func.	Nº de banheiros alunos	Possui: (H)orta (J)ardim
CEMEI 31	1968	188,0	754,0	4	3	2	-
CEMEI 44	1981	737,0	850,0	5	2	2	-
CEMEI/EMEI 119	1978	3369,7	4016,3	10	8	4	H
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	1999	4530,0	3140,0	4	6	8	J
EMEI 22	--	86,0	188,0	2	1	1	-
EMEI 118	1985	184,0	443,0	1	0	1	-
EMEI 158	1985	1321,0	660,0	6	4	2	J
EMEI/FUMEC 157	--	173,4	241,7	2	1	2	J
EMEF 61	1980	2993,0	1589,0	4	1	3	J
EMEF 71	1980	231,0	1989,0	7	2	2	J
EMEF/SUPLETIVO 70	1982	5478,0	1816,0	10	3	2	J
EMEF/SUPLETIVO 59	1988	2682,0	1740,0	7	1	3	J
EMEF/SUPLETIVO 78	1968	8813,0	4353,0	8	5	7	J

¹ Inclui passarelas e quadras.

Tabela 3-6: Caracterização das unidades-caso com relação aos aparelhos sanitários.

Escola	Número total de pontos de consumo de água											MLR (S)im (N)ão
	BS/V	BS/CD	TLAV	MIC	TUG-ext	TUG-int	CHUV	PIA	TC	TF	TQ	
CEMEI 31	10	0	7	0	2	2	8	3	1	0	3	S
CEMEI 44	10	0	3	1	1	1	6	3	1	0	3	N
CEMEI/EMEI 119	29	2	12	1	11	2	9	10	0	0	10	N
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	20	5	22	0	10	3	20	11	0	0	10	N
EMEI 22	1	3	1	0	1	0	2	1	0	0	1	N
EMEI 118	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	N
EMEI 158	18	0	12	0	3	6	2	2	1	0	1	N
EMEI/FUMEC 157	2	1	3	1	1	0	1	1	0	0	1	N
EMEF 61	10	0	2	1	2	0	0	3	1	0	0	N
EMEF 71	9	0	12	1	2	0	3	2	1	0	1	N
EMEF/SUPLETIVO 70	13	0	17	2	1	1	2	2	1	0	1	S
EMEF/SUPLETIVO 59	10	0	12	1	1	1	0	2	1	1	1	N
EMEF/SUPLETIVO 78	35	0	44	3	4	9	4	3	1	1	1	S

LEGENDA: BS/V – bacia sanitária com válvula de descarga BS/CD – bacia sanitária com caixa de descarga TLAV – torneira de lavatório (calha e individual) MIC – registro de mictório TUG-ext – torneira de uso geral externa TUG-int – torneira de uso geral interna CHUV – registro de chuveiro PIA – torneira de pia de cozinha TC – torneira de tanque de cozinha TF – torneira de filtro TQ – torneira de tanque de lavar roupas MLR – máquina de lavar roupas



Bacia sanitária com caixa de descarga



Bacia sanitária com válvula de descarga



Registro de mictório tipo calha



Torneira de lavatório tipo calha



Torneira de tanque de cozinha



Torneira de pia de cozinha e torneira de filtro



Torneira de uso geral externa



Torneira de tanque de lavar roupas e máquina de lavar roupas

Figura 3.6: Exemplos de aparelhos sanitários existentes nas escolas investigadas.

Da análise das tabelas anteriores destaca-se que:

- existe uma grande variabilidade nos valores das áreas permeável e impermeável, em geral; as escolas das categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO são as que possuem as maiores áreas e as categorias CEMEI e EMEI as menores;
- o mesmo se verifica para o número de salas de aula, onde as escolas EMEF e EMEF/SUPLETIVO possuem as maiores quantidades desta variável;
- as categorias CEMEI e EMEI possuem menor número de banheiros, enquanto as da categoria CEMEI/EMEI apresentam as maiores quantidades desta variável;
- nas categorias CEMEI e CEMEI/EMEI, os aparelhos sanitários que aparecem em maior quantidade são as bacias sanitárias, seguidas de torneiras de lavatório e chuveiros, já nas categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO, a maior quantidade é de bacias sanitárias;
- observa-se uma pequena quantidade de máquinas de lavar roupas, mictórios e de torneiras de filtro nas unidades-caso selecionadas;
- com relação à população, na categoria CEMEI/EMEI está concentrado, em média, o maior número de alunos em tempo parcial no período diurno;
- apesar do número de alunos no período diurno na CEMEI/EMEI ser bastante superior do que nas demais categorias, o número de professores não aumenta proporcionalmente, uma vez que, quanto maior a idade das crianças, maior o número de alunos por professor;

- as escolas com a maior população são as das categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO;
- são preparadas refeições em todas as escolas analisadas.

Convém comentar que existem dois tipos de edificação que abrigam escolas da tipologia CEMEI/EMEI: uma onde a escola funciona com alunos que permanecem em período integral e parcial e há apenas uma cozinha para atender a todos os alunos e uma lavanderia para atender exclusivamente aos alunos da CEMEI, sendo que os funcionários atendem a todos os alunos e outra em que há praticamente duas escolas independentes, onde existem duas cozinhas, duas áreas de serviço, uma lavanderia e uma sala de banho, sendo que estes dois últimos ambientes servem somente ao alunos da CEMEI, e os funcionários são separados para atender cada parte da escola (CEMEI e EMEI). Estas unidades são independentes, possuem entradas separadas, e os espaços e funcionários são separados, sendo somente a direção da escola e o vigilante comuns às duas partes. Assim, existe uma variabilidade quantitativa das diferentes variáveis, quando se trata de escolas desta categoria.

3.4.2 CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS

A Tabela 3-7 apresenta o número de aparelhos com vazamentos, o consumo médio diário obtido através do monitoramento e os índices de vazamentos (Iv) e de perdas (IP) nos pontos de consumo das escolas investigadas. Este levantamento, conforme destacado anteriormente, foi realizado em conjunto com outro estudo, sendo que em Araújo (2004) podem ser encontrados a metodologia e os resultados obtidos para outras escolas da rede municipal de Campinas não contempladas no presente trabalho. Ressalta-se que a escola EMEF/SUPLETIVO 78 apresentava vazamento no alimentador predial, e por isso não foi considerada na referida tabela.

Tabela 3-7: Índice de vazamentos e de perdas estimados para as escolas investigadas.

Escola	Número de pontos de consumo de água com vazamentos											Consumo médio diário (l/dia)	Iv (%)	IP (%)
	BS/V	BS/CD	TLAV	MIC	TUG-ext	TUG-int	CHUV	PIA	TC	TF	TQ			
CEMEI 31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4229	3,1	8,4
CEMEI 44	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4680	23,1	14,8
CEMEI/EMEI 119	2	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	15040	5,8	51,8
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	15329	7,5	1,9
EMEI 22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1262	10,5	22,7
EMEI 118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1555	0,0	0,0
EMEI 158	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6259	10,0	14,7
EMEI/FUMEC 157	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1087	21,4	7,9
EMEF 61	1	0	9	0	2	0	0	3	1	0	0	2159	9,3	39,1
EMEF 71	0	0	8	1	1	0	0	0	1	0	0	10658	13,6	0,6
EMEF/SUPLETIVO 70	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	1	7011	2,9	0,4
EMEF/SUPLETIVO 59	0	0	5	0	1	0	0	2	1	1	1	3283	7,3	5,4

LEGENDA: BS/V – bacia sanitária com válvula de descarga BS/CD – bacia sanitária com caixa de descarga TLAV – torneira de lavatório (calha e individual) MIC – registro de mictório TUG-ext – torneira de uso geral externa TUG-int – torneira de uso geral interna CHUV – registro de chuveiro PIA – torneira de pia de cozinha TC – torneira de tanque de cozinha TF – torneira de filtro TQ – torneira de tanque de lavar roupas MLR – máquina de lavar roupas

Da análise da tabela anterior, destaca-se que:

- as torneiras de lavatório e as válvulas de descarga foram os aparelhos que apresentaram os maiores Iv;
- existe uma grande variabilidade do Iv para as escolas como um todo, porém, vê-se que o valor deste índice, na maioria das escolas investigadas, está na faixa de 3 a 10%, sendo que duas escolas apresentam valores superiores a 20%;
- existe também uma grande variabilidade do IP, porém a grande maioria das escolas apresentou IP inferior a 20%;
- a categoria EMEI apresentou valores de Iv e IP bastante similares entre as unidades investigadas, com exceção da EMEI 118, a qual não apresentou nenhum ponto com vazamento;

- aparentemente não existe relação entre Iv e IP, já que o IP depende da magnitude dos vazamentos e não somente de sua incidência.

A Figura 3.7 ilustra alguns dos vazamentos encontrados nas escolas investigadas.



Torneira de lavatório com vazamento



Torneira de lavatório com vazamento no eixo quando aberta



Torneira de lavatório tipo calha vazando no eixo quando aberta



Registro do chuveiro com vazamento

Figura 3.7: Exemplos de vazamentos encontrados nas escolas investigadas.



Vazamento em válvulas de descarga



Registro de mictório com gotejamento lento

Figura 3–7: Exemplos de vazamentos encontrados nas escolas investigadas (continuação).

3.4.3 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA

Conforme comentado anteriormente, o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água – IU é uma avaliação qualitativa do comportamento dos usuários nas atividades que envolvem o uso da água.

De maneira similar aos dados do item anterior, este indicador foi determinado em conjunto com outro estudo, sendo que o detalhamento da metodologia e os resultados obtidos para outras unidades da rede municipal de Campinas podem ser encontrados em Ywashima (2005). Apenas à título de ilustração a

Tabela 3-8 apresenta um dos formulários que compõem o método proposto pela referida autora, o qual é empregado para a estimativa do IU nos banheiros e salas de banho e a Figura 3.8 apresenta os resultados obtidos para uma das escolas investigadas no referido trabalho. A Tabela 3-9 apresenta os valores do IU para as escolas investigadas.

Tabela 3-8: Pontuações para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água em banheiros e salas de banho de escolas.

ATIVIDADE		GRUPO A		GRUPO B	
		Pontos	Pontos máximos	Pontos	Pontos máximos
AB.1 A maioria das pessoas lava as mãos:					
A	sempre com a torneira aberta	0	4	0	5
B	com a torneira fechada durante o ensaboamento	4		5	
AB.2 A maioria das pessoas escova os dentes:					
A	com a torneira sempre aberta	0	4	0	5
B	com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo	4		5	
C	atividade não é realizada na escola	--	--	--	--
AB.3 A descarga dos mictórios:					
A	permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo)	--	--	0	10
B	é acionada pelo usuário somente após o uso			10	
C	não tem mictório na escola			5	
AB.4 A maioria dos usuários, ao tomar banho:					
A	deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos	4	4	10	10
B	deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos	0		0	
AB.5 O banho dos bebês é freqüentemente realizado					
A	enche a cuba; ensaboa o bebê; enxágua	10	10	--	--
B	banho em água corrente com o chuveiro sempre aberto	0			
C	banho em água corrente com o chuveiro fechado enquanto ensaboa	10			
D	atividade não é realizada na escola	--	--	--	--
AB.6 Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:					
A	com pano e balde	4	4	10	10
B	com mangueira/balde e rodo/vassoura	0		0	
C	outra forma, sem uso da água	4		10	
AB.7 Normalmente, a limpeza do piso das salas de banho é realizada:					
A	com pano e balde	4	4	--	--
B	com mangueira/balde e rodo/vassoura	0			
C	outra forma, sem uso da água	4			

Nota: Grupo A - creches e escolas de ensino infantil; Grupo B – escolas de ensino fundamental e médio.

Fonte: YWASHIMA (2005).

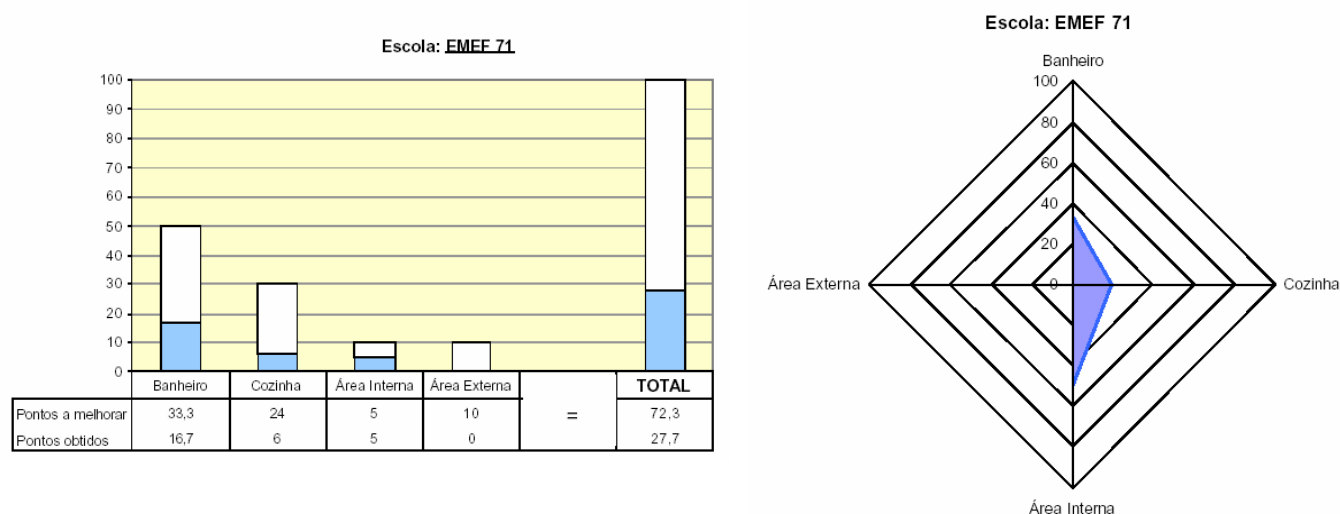


Figura 3.8: Índice de percepção para o uso racional de água.

Fonte: YWASHIMA (2005).

Tabela 3-9: Índice de percepção para o uso racional da água nas unidades-caso.

Escola	$IU_{B/SB}$ (%)	IU_{AE} (%)	IU_{AI} (%)	IU_{AS} (%)	IU_{COZ} (%)	IU_{ESCOLA} (%)
CEMEI 31	79	0	NA	50	50	56
CEMEI 44	43	NA	0	50	12	27
CEMEI/EMEI 119	42	0	100	100	7	37
CEMEI/EMEI/FUMEC 7	52	0	0	0	54	37
EMEI 22	50	0	100	50	23	41
EMEI 118	50	0	0	50	24	31
EMEI 158	50	0	60	0	70	48
EMEI/FUMEC 157	100	0	NA	0	62	63
EMEF 61	56	0	40	NA	80	56
EMEF 71	33	0	50	NA	20	28
EMEF/SUPLETIVO 70	56	100	NA	NA	67	64
EMEF/SUPLETIVO 59	43	0	0	NA	70	42
EMEF/SUPLETIVO 78	43	0	0	NA	40	33

Legenda: $IU_{B/SB}$: banheiro/salas de banho; IU_{AE} : área externa; IU_{AI} : área interna; IU_{AS} : área de serviço/lavanderia; IU_{COZ} : cozinha; IU_{ESCOLA} : determinado a partir da somatória dos pontos obtidos; NA – não se aplica, pois a escola não possui o ambiente em análise.

Fonte: Ywashima (2005).

Considerando que quanto maior o índice de percepção, maior a percepção para o uso racional da água, destaca-se que:

- nenhuma unidade investigada apresentou IU_{escola} nulo e nenhuma alcançou 100%;
- a grande maioria das escolas investigadas apresentou IU_{escola} relativamente baixo, variando entre 27 e 42%, o que indica um potencial de economia a ser obtido com a sensibilização dos usuários e emprego de tecnologias economizadoras;
- em geral, o banheiro é o ambiente onde as atividades são realizadas com menor desperdício (maiores valores do IU), assim como na área externa foram verificadas as atividades que envolvem maiores desperdícios (várias escolas apresentam valores nulos do IU nessa área).

3.4.4 PERFIL DE ABASTECIMENTO DAS ESCOLAS INVESTIGADAS

As principais características do sistema de abastecimento existente nas escolas investigadas são apresentadas na Tabela 3-10. Para a estimativa do volume de reservação estimado (coluna 4 da referida tabela), foram utilizados como referência os indicadores de consumo de 50 litros/aluno.dia para escolas da categoria CEMEI, EMEI e CEMEI/EMEI e 25 litros /aluno.dia para escolas da categoria EMEF, de acordo com os dados apresentados na Tabela 2-2 (item 2.1.1 deste trabalho). No Anexo D são apresentados os perfis de abastecimento horário nos meses do monitoramento efetuado nestas escolas.

A escola EMEF/SUPLETIVO 78, conforme já comentado, apresentava vazamento no alimentador predial e, portanto, não foi considerada nas análises seguintes.

Tabela 3-10: Caracterização do sistema de abastecimento de água das escolas investigadas.

Escola	Número de alunos	Volume de reservação existente (L)	Volume de reservação estimado (L)	Horário de pico do abastecimento	Faixa de variação do volume consumido em 1 hora
CEMEI 31	85	7250	4250	10:00 - 11:00	400 a 700
CEMEI 44	106	2000	5300	9:00 - 11:00	600 a 1200
CEMEI/EMEI 119	488	15000	24400	9:00 - 11:00 14:00 - 16:00	1500 a 2500
CEMEI/EMEI/FUMEC 07	804	15000	40200	9:00 - 11:00 15:00 - 16:00	1000 a 1500
EMEI 22	64	500	3200	9:00 - 11:00 13:00 - 15:00	150 a 300
EMEI 118	50	250	2500	9:00 - 11:00 15:00 - 16:00	200 a 350
EMEI 158	165	6000	8250	9:00 - 11:00 14:00 - 16:00	500 a 1000
EMEI/FUMEC 157	210	2500	10500	9:00 - 11:00 14:00 - 15:00	150 a 350
EMEF 61	346	2250	8650	10:00 - 14:00	300 a 500
EMEF 71	581	1500	14525	9:00 - 10:00 14:00 - 16:00	300 a 900
EMEF/SUPLETIVO 70	955	6000	23875	10:00 - 11:00 13:00 - 14:00	400 a 600
EMEF/SUPLETIVO 59	621	2500	15525	14:00 - 15:00	500 a 600

Comparando-se os valores do volume reservado existente nas escolas com aqueles calculados a partir da bibliografia, vê-se que apenas uma das escolas não está com o reservatório subdimensionado em relação aos parâmetros usualmente empregados para o desenvolvimento de projetos, o que sugere que os dados de referência da bibliografia sejam inadequados para o grupo de escolas investigadas, uma vez que não houve reclamação de falta de água.

Apenas na escola EMEF/SUPLETIVO 70 os usuários afirmaram que a falta de água é freqüente. Isto pode ser explicado pelo pequeno valor da reservação, embora o

volume consumido nos picos do sistema de abastecimento está, em média, entre 500 e 900L por hora (vide Figura 3.9), sendo que o reservatório tem capacidade de 6000L.

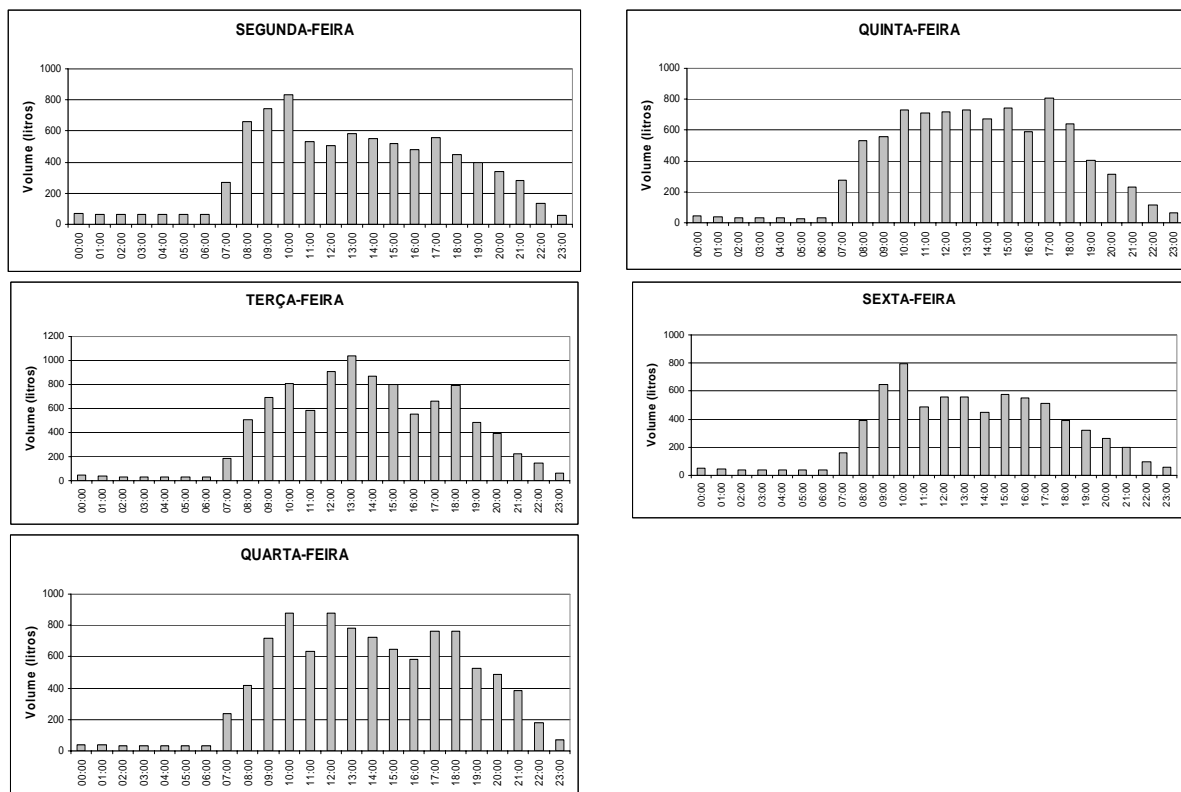


Figura 3.9: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de setembro de 2004.

Por fim, verificou-se que, para as escolas investigadas, a existência do ensino no período noturno não provocou uma modificação significativa nos picos do sistema de abastecimento, o que pode ser devido ao fato de que, nas escolas selecionadas, a população atendida no período noturno é significativamente inferior a do período diurno. Contudo, percebe-se que a parcela correspondente ao período noturno deve ser considerada na estimativa do indicador de consumo (IC), tanto no momento do projeto de novas edificações, onde são estimados os volumes totais por agente consumidor, como no diagnóstico do consumo no caso da implementação de programas de uso racional de água (PURA) em edificações existentes.

3.4.5 ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO CONSUMO

A partir dos dados de consumo diário de cada escola das diferentes categorias, foi efetuada uma análise de variância dos valores obtidos ao longo dos dias da semana e ao longo dos meses para cada categoria de escola investigada.

Para tanto, foram determinadas as medianas dos valores obtidos, identificando-se os pontos discrepantes, mínimos e máximos.

A partir da mediana dos dados de consumo, foram retirados os pontos discrepantes, ou seja, aqueles pontos acima do valor do 3º quartil somado a 1,5 vezes o valor de distribuição interquartilar (DI) e os pontos abaixo do valor do 1º quartil diminuído de 1,5 vezes a DI, resultando em um valor médio de consumo. Em seguida, foi realizado o teste de Kruskal Wallis, que permite a comparação de várias medianas, verificando-se se há diferença entre elas. O Anexo E apresenta alguns conceitos gerais de estatística utilizados nas análises citadas.

Para uma melhor visualização do conjunto de dados obtidos, foram elaborados gráficos do tipo Box-Plot, cuja descrição é também apresentada no Anexo E.

Os dados diários correspondem ao volume total, em litros, consumido em cada dia da semana durante o período de monitoramento; os dados mensais, por sua vez, correspondem à somatória dos volumes consumidos diariamente, inclusive nos finais de semana.

3.4.5.1 CEMEI

A Figura 3.10 apresenta os resultados da análise de variância do consumo diário ao longo da semana e dos meses das escolas da categoria CEMEI. Os valores mínimo, médio e máximo do consumo diário nos dias úteis e finais de semana são

apresentados no Anexo F.

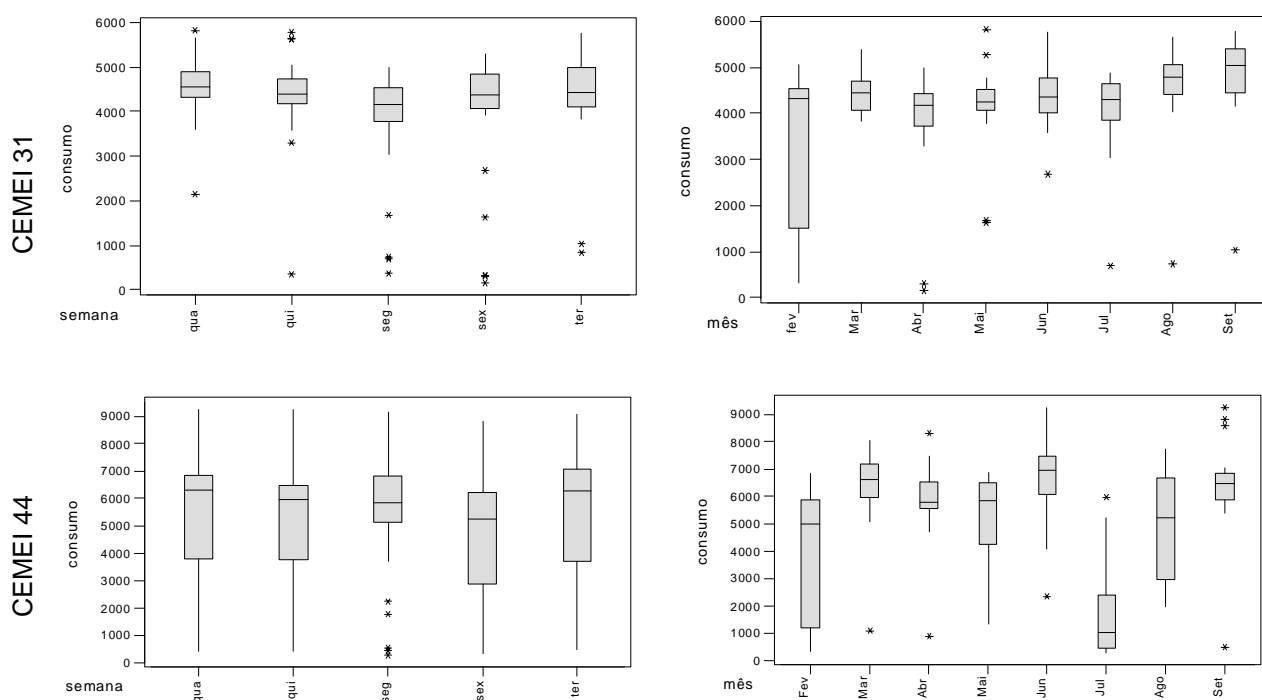


Figura 3.10: Comportamento do consumo diário nos dias da semana e ao longo dos meses - categoria CEMEI.

Da análise dos resultados apresentados, destaca-se:

- o teste de *Kruskal Wallis* aplicado aos dados das duas escolas demonstrou que os consumos diários ao longo dos dias da semana são estatisticamente semelhantes;
- o mês de fevereiro apresenta maior variabilidade do consumo diário para ambas escolas, provavelmente porque é o mês de início das aulas;
- existe um grande número de pontos discrepantes no consumo diário em todos os dias da semana da CEMEI 31 e também ao longo dos meses, principalmente em abril e maio, havendo uma pequena tendência de

crescimento neste período;

- existe um grande número de pontos discrepantes no consumo diário ao longo dos dias da semana da CEMEI 44, basicamente nas segundas-feiras, o que se repete ao longo dos meses, destacando-se os meses de maio e setembro.

3.4.5.2 EMEI E EMEI/FUMEC

A Figura 3.11 apresenta os resultados da análise de variância do consumo diário ao longo da semana e dos meses para as escolas da categoria EMEI e EMEI/FUMEC. Os valores médios e extremos (mínimos e máximos) destas grandezas constam no Anexo F.

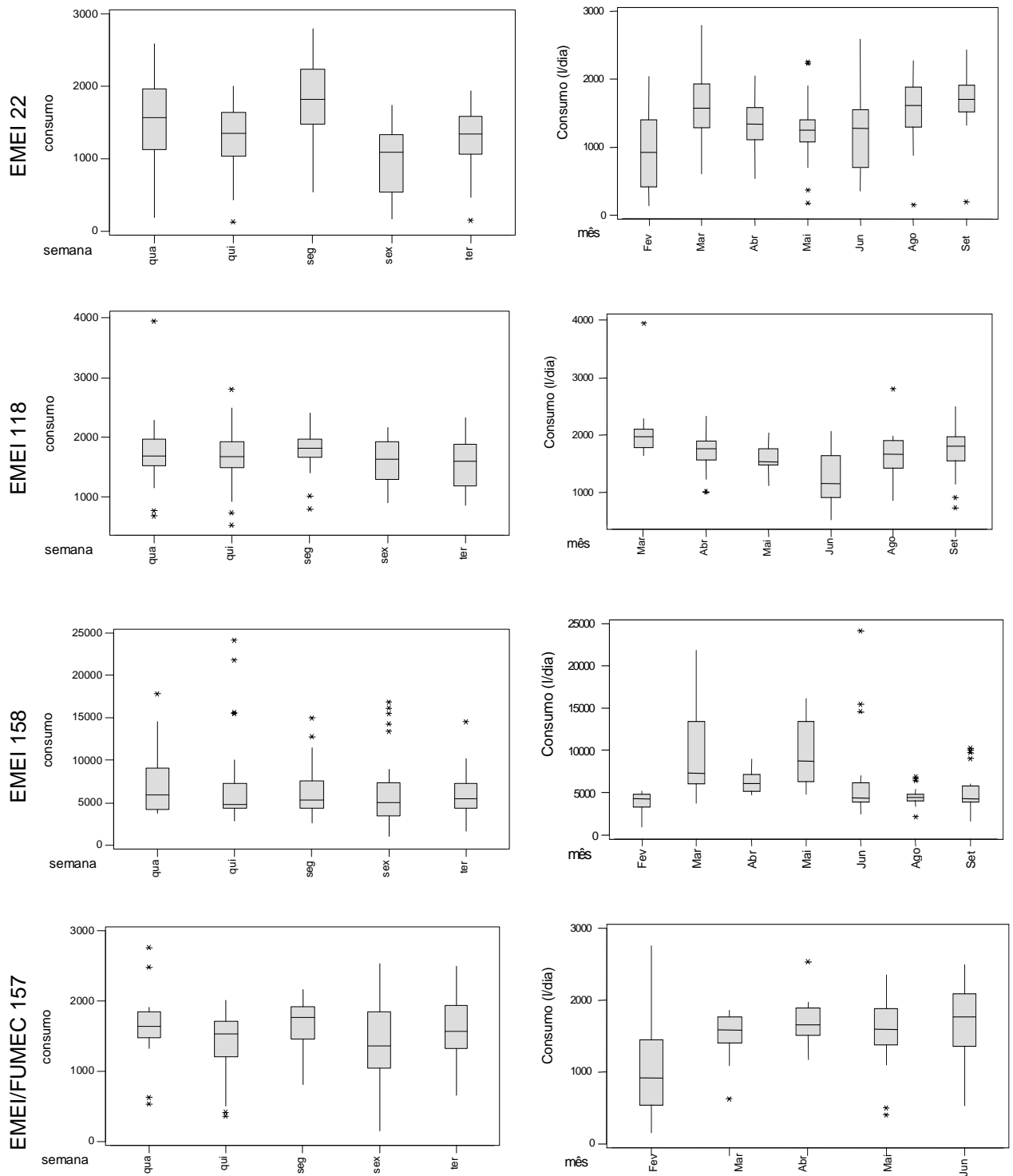


Figura 3.11: Comportamento do consumo diário nos dias da semana e ao longo dos meses - categoria EMEI e EMEI/FUMEC.

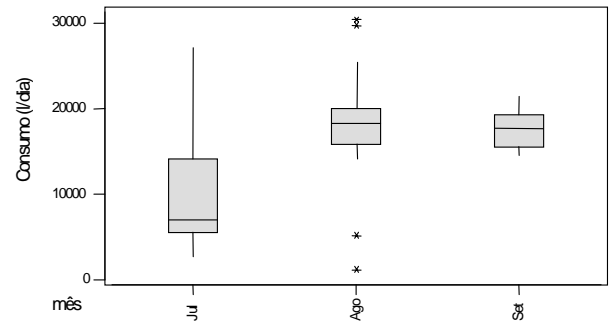
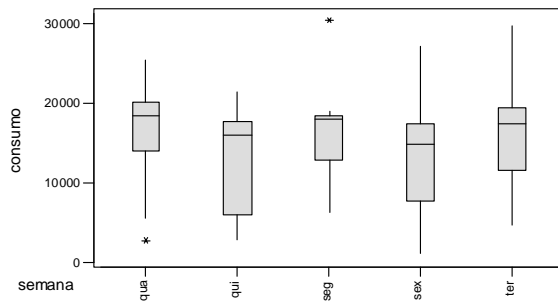
Da análise dos resultados obtidos, destaca-se:

- a existência de pontos discrepantes no consumo diário na maioria dos dias da semana, independente da escola considerada;
- o consumo diário é similar em todos os dias da semana, com exceção da EMEI 22, conforme indicado pelos resultados do teste de *Kruskal Wallis*;
- os consumos diários ao longo do mês apresentam um comportamento oscilatório, com uma redução no mês de fevereiro, provavelmente porque é o mês de início das aulas. A exceção se dá para a escola EMEI 118, com a redução no mês de junho.

3.4.5.3 CEMEI/EMEI E CEMEI/EMEI/FUMEC

Os resultados da análise de variância do consumo diário ao longo da semana e dos meses para as escolas das categorias CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC são apresentados na Figura 3-12. Os valores médios e extremos (mínimos e máximos) destas grandezas constam no Anexo F.

CEMEI/EMEI 119



CEMEI/EMEI/FUMEC 07

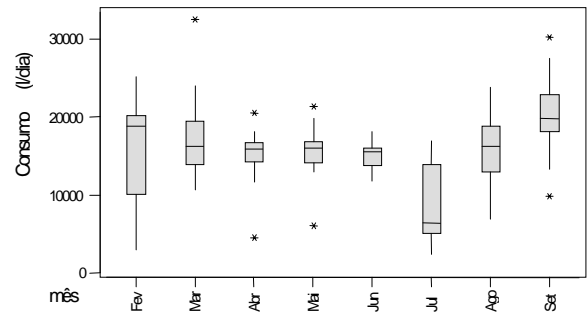
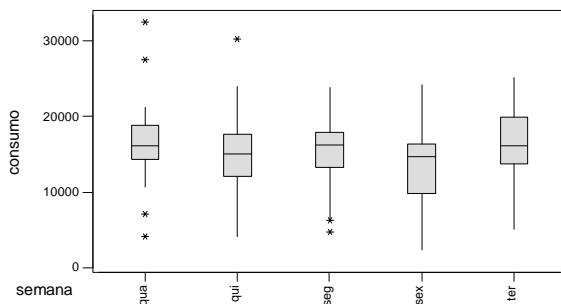


Figura 3-12: Comportamento do consumo diário nos dias da semana e ao longo dos meses - categorias CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC.

De acordo com a análise dos resultados apresentados, destaca-se que:

- poucos pontos discrepantes foram detectados no consumo diário de cada dia da semana para ambas escolas, sendo os volumes consumidos bastante similares, conforme indicado pelo teste de *Kruskal Wallis*;
- com relação ao consumo diário ao longo dos dias do mês, em uma das escolas houve um grande número de pontos discrepantes, principalmente em um dos meses analisados (CEMEI/EMEI 119, no mês de agosto) ;
- existe uma diferença entre as duas escolas quando se analisa os meses em que o consumo diário foi mais elevado, porém, no mês de agosto existiu uma coincidência da ocorrência de valores mais elevados para ambas escolas.

3.4.5.4 EMEF E EMEF/SUPLETIVO

Os resultados da análise de variância do consumo diário ao longo dos dias da semana e dos meses para as escolas das categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO são apresentadas na Figura 3- Os valores médios e extremos (mínimos e máximos) destas grandezas constam no Anexo F.

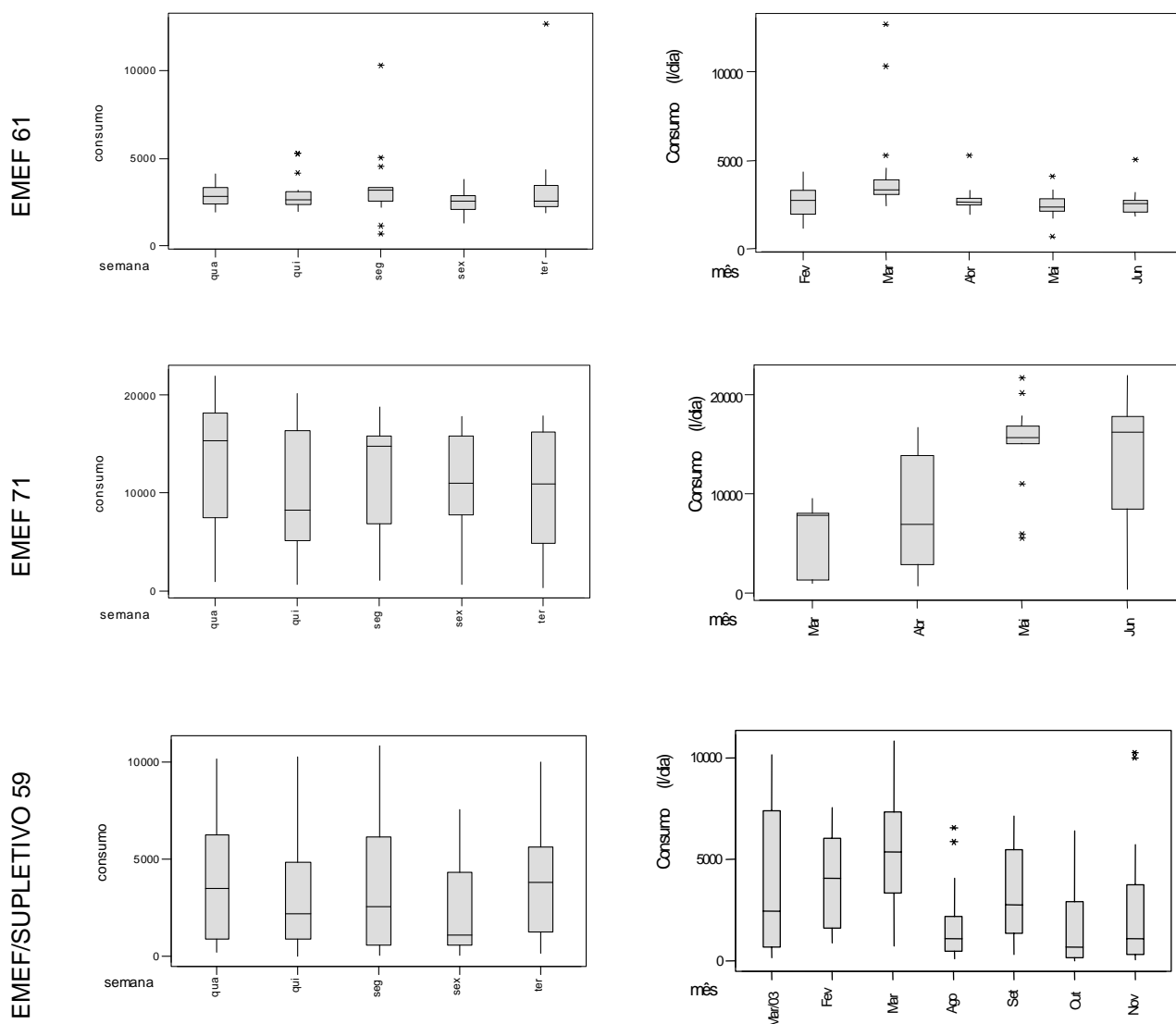


Figura 3.13: Consumo nos dias da semana (l/dia) e ao longo dos meses (l/dia) - categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO.

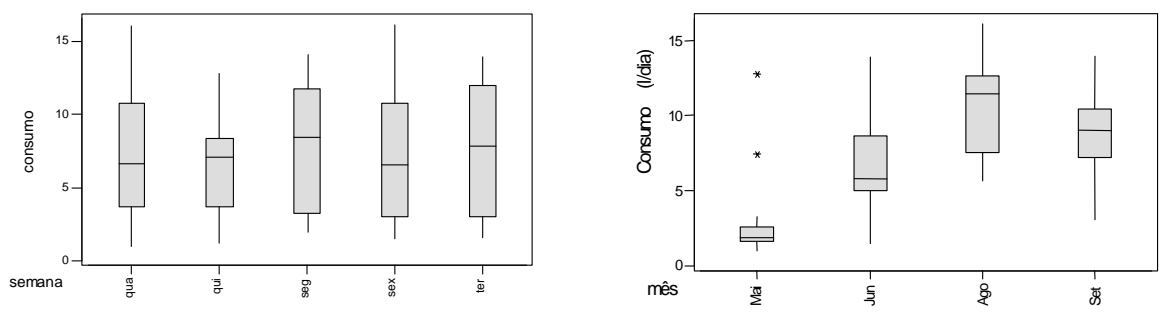


Figura 3-13: Consumo nos dias da semana (l/dia) e ao longo dos meses (l/dia) - categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO (continuação).

A análise dos dados obtidos indica que:

- existem grandes quantidades de pontos discrepantes nos consumos diários em cada dia da semana em duas escolas investigadas, porém, de forma geral, o consumo diário é similar em todas as quatro unidades;
- com relação aos dados de consumo diário ao longo dos meses, existem poucos pontos discrepantes em apenas duas das quatro escolas investigadas;
- não existe coincidência dos meses em que os consumos diários são mais elevados para as quatro unidades, mas no primeiro semestre (março a junho) tem-se os maiores valores desta grandeza para três das quatro escolas (EMEF 61, EMEF 71 e EMEF/SUPLETIVO 59).

3.4.5.5 COMENTÁRIOS

Ao longo deste item ficou evidenciado que as escolas das categorias CEMEI, EMEI e EMEI/FUMEC apresentam consumo diário ao longo dos dias da semana similares entre si, embora algumas possuam alguns poucos pontos discrepantes no

consumo diário. Além disso, nas categorias CEMEI e EMEI, o consumo diário no mês de fevereiro apresentou-se reduzido, com relação aos outros meses analisados, o que sugere relação com o início das aulas. Ou seja, as escolas destas categorias possuem semelhanças entre si, embora possuam características particulares, como por exemplo, a idade dos alunos atendidos e o tipo de atividade desenvolvida em cada categoria de escola.

Também merecem destaque as escolas das categorias CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC, as quais apresentam poucos pontos discrepantes no consumo diário por dia da semana, embora os volumes consumidos sejam similares. Percebe-se que esta categoria de escola, por conta de suas particularidades, não permite associação com aquelas de origem, ou seja, CEMEI e EMEI.

Por fim, as escolas das categorias EMEF e EMEF/SUPLETIVO apresentam grande quantidade de pontos discrepantes no consumo diário por dia da semana, embora o consumo diário seja similar. Ao longo dos meses, ocorreram poucos pontos discrepantes, embora tenha ficado evidenciado que o consumo diário é elevado no primeiro semestre para três das quatro escolas analisadas.

3.4.6 ESTIMATIVA DO INDICADOR E DOS ÍNDICES REPRESENTATIVOS DO CONSUMO DE ÁGUA

Considerando-se os valores médios dos consumos diários e o número de dias úteis computados em cada um dos meses monitorados (retirando-se dias de consumo atípico e/ou nulo), foi determinado o indicador de consumo médio (IC), o qual é apresentado na seqüência para cada categoria de escola investigada. Também são apresentados neste item os índices de perdas (IP) e de percepção dos usuários para o uso racional da água (IU), cujas expressões já apresentadas nos itens 3.4.2 e 3.4.3, são as seguintes:

$$IP = \frac{V_p}{V_m} * 100$$

IP – Índice de perdas por vazamentos (%).
 Vp – Volume perdido por vazamentos em um determinado período de tempo (m³/mês).
 Vm – Volume total consumido na edificação no mesmo período de tempo (m³/mês).

$$IU_{\text{ambiente/escola}} = \frac{\sum \text{Pontos obtidos}}{100} \%$$

IU_{ambiente} – Índice de percepção dos usuários para o uso racional da água em cada ambiente: banheiro, cozinha, área de serviço, área externa, etc.
 IU_{escola} – Índice de percepção dos usuários para o uso racional da água da escola como um todo.

3.4.6.1 CEMEI

O indicador e índices representativos do consumo de água das escolas da categoria CEMEI investigadas são apresentados na Tabela 3-11.

Tabela 3-11: Indicadores e índices representativos do consumo de água – categoria CEMEI.

Escola	IC (l/aluno.dia)	IP (%)	IU _{B/SB} (%)	IU _{AE} (%)	IU _{AI} (%)	IU _{AS} (%)	IU _{COZ} (%)	IU _{ESCOLA} (%)
CEMEI 31	49,85	8,4	79	0	NA	50	50	56
CEMEI 44	49,50	14,8	43	NA	0	50	12	27

Legenda: IC: indicador de consumo médio; IP: índice de perdas; IU_{B/SB}: banheiro/salas de banho; IU_{AE}: área externa; IU_{AI}: área interna; IU_{AS}: área de serviço/lavanderia; IU_{COZ}: cozinha; IU_{escola}: determinado a partir da somatória dos pontos obtidos; NA – não se aplica, pois a escola não possui o ambiente em análise.

Da análise da tabela anterior, verifica-se que os valores do IC são bastante similares para as duas unidades investigadas desta tipologia. A unidade com maior valor do IP estimado apresenta também um menor valor do IU_{escola}, o que indica que a falta de preocupação dos usuários para o uso racional da água pode estar relacionado, mesmo que indiretamente, com a condição de operação dos aparelhos sanitários (existência de vazamentos).

Ressalta-se que as duas unidades possuem área impermeável e número de salas de aula similares.

O valor do IC recomendado na bibliografia para as escolas desta categoria é 50 l/aluno.dia, o qual, apesar de bastante próximo aos valores encontrados em campo, pode ser reduzido, tendo em vista principalmente a sensibilização dos usuários para o uso racional de água.

3.4.6.2 EMEI E EMEI/FUMEC

O indicador e índices representativos do consumo de água das escolas da categoria EMEI e EMEI/FUMEC são apresentados na Tabela 3-12.

Tabela 3-12: Indicadores e índices representativos do consumo de água – categoria EMEI.

Escola	IC (l/aluno.dia)	IP (%)	IU _{B/SB} (%)	IU _{AE} (%)	IU _{AI} (%)	IU _{AS} (%)	IU _{COZ} (%)	IU _{ESCOLA} (%)
EMEI 22	21,70	22,7	50	0	100	50	23	41
EMEI 118	33,33	0,0	50	0	0	50	24	31
EMEI 158	40,51	14,7	50	0	60	0	70	48
EMEI/FUMEC 157	13,71	7,9	100	0	NA	0	62	63

Legenda: IC: indicador de consumo médio; IP: índice de perdas; IU_{B/SB}: banheiro/salas de banho; IU_{AE}: área externa; IU_{AI}: área interna; IU_{AS}: área de serviço/lavanderia; IU_{COZ}: cozinha; IU_{escola}: determinado a partir da somatória dos pontos obtidos; NA – não se aplica, pois a escola não possui o ambiente em análise.

Da análise da tabela anterior vê-se que os valores do IC são bastante diferenciados para as unidades investigadas.

A unidade com menor IC (EMEI/FUMEC 157) apresenta um baixo IP e um alto IU_{escola} o que indica que uma maior percepção dos usuários para o uso racional da água.

Por outro lado, na unidade com maior valor de IC (EMEI 158), apesar do baixo

IP, o IU_{escola} é baixo, principalmente devido ao uso da água na área externa (o IU_{AE} é nulo e esta escola possui uma grande área permeável).

O IU_{AE} baixo merece atenção, pois normalmente as escolas possuem grandes áreas e isso pode impactar o consumo de água.

Vê-se que, em geral, o consumo de água pode ser reduzido a partir da sensibilização dos usuários para o uso racional de água e/ou com a instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água para a redução do desperdício.

3.4.6.3 CEMEI/EMEI E CEMEI/EMEI/FUMEC

São apresentados na Tabela 3-13 o indicador e índices representativos do consumo de água das escolas da categoria CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC.

Tabela 3-13: Indicador e índices representativos do consumo de água – categoria CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC.

Escola	IC (l/aluno.dia)	IP (%)	$IU_{\text{B/SB}}$ (%)	IU_{AE} (%)	IU_{AI} (%)	IU_{AS} (%)	IU_{COZ} (%)	IU_{ESCOLA} (%)
CEMEI/EMEI 119	31,45	51,8	42	0	100	100	7	37
CEMEI /EMEI/FUMEC 07	21,64	1,9	52	0	0	0	54	37

Legenda: IC: indicador de consumo médio; IP: índice de perdas; $IU_{\text{B/SB}}$: banheiro/salas de banho; IU_{AE} : área externa; IU_{AI} : área interna; IU_{AS} : área de serviço/lavanderia; IU_{COZ} : cozinha; IU_{escola} : determinado a partir da somatória dos pontos obtidos; NA – não se aplica, pois a escola não possui o ambiente em análise.

Da análise da tabela anterior, verifica-se que os valores de IC das escolas são bastante diferenciados. A unidade com o maior valor de IC apresenta um alto IP, o que pode ser resultante de uma falta de preocupação dos usuários com o uso racional da água, conforme se vê pelo baixo valor do IU_{escola} em ambas as unidades.

Além disso, as duas escolas possuem grandes áreas permeáveis, e os valores

do IU_{AE} nestas áreas são nulos, o que denota despreocupação na realização de atividades que envolvem o uso da água neste tipo de ambiente, gerando grandes desperdícios.

3.4.6.4 EMEF E EMEF/SUPLETIVO

O indicador e índices representativos do consumo de água das escolas da categoria EMEI e EMEI/FUMEC são apresentados na Tabela 3-14.

Tabela 3-14: Indicador e índices representativos do consumo de água – categoria EMEF e EMEF/SUPLETIVO.

Escola	IC (l/aluno.dia)	IP (%)	$IU_{B/SB}$ (%)	IU_{AE} (%)	IU_{AI} (%)	IU_{AS} (%)	IU_{COZ} (%)	IU_{ESCOLA} (%)
EMEF 61	8,54	39,1	56	0	40	NA	80	56
EMEF 71	19,20	0,6	33	0	50	NA	20	28
EMEF/SUPL 59	5,56	5,4	43	0	0	NA	70	42
EMEF/SUPL 70	8,16	0,4	56	100	NA	NA	67	64

Legenda: IC: indicador de consumo médio; IP: índice de perdas; $IU_{B/SB}$: banheiro/salas de banho; IU_{AE} : área externa; IU_{AI} : área interna; IU_{AS} : área de serviço/lavanderia; IU_{COZ} : cozinha; IU_{escola} : determinado a partir da somatória dos pontos obtidos; NA – não se aplica, pois a escola não possui o ambiente em análise.

A partir da análise da tabela anterior, observa-se que alguns valores de IC são bastante próximos, com exceção da EMEF 71, a qual possui também o menor IU_{escola} , devido principalmente ao baixo valor do IU_{COZ} .

Cabe comentar que valores reduzidos do IC não significam necessariamente que o uso da água é racional; em alguns casos, foi constatado que o estado geral dos ambientes sanitários é bastante precário, o que inibe o seu uso.

3.4.7 COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA

Os dados de temperatura máxima diária, levantados junto ao CEPAGRI para o período total de monitoramento de cada escola são apresentados no Anexo G.

As Figura 3.14 e Figura 3.15 apresentam um resumo dos valores obtidos para todo o período de monitoramento, independente da escola considerada.

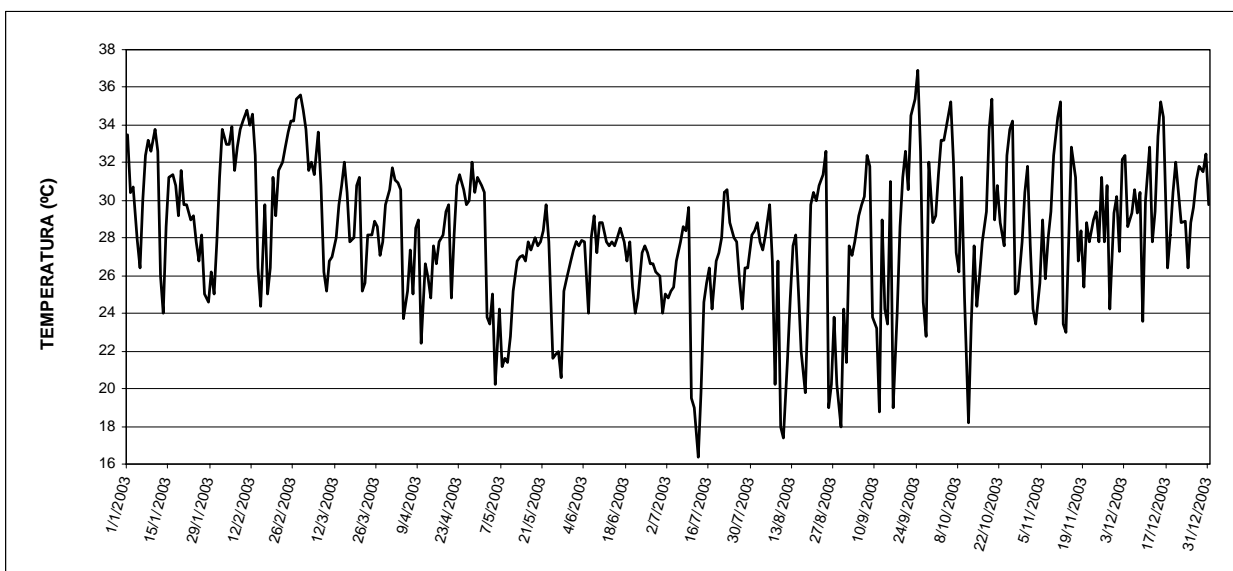


Figura 3.14: Comportamento da temperatura máxima diária verificada durante todo o período de monitoramento do consumo de água nas escolas investigadas – ano 2003.

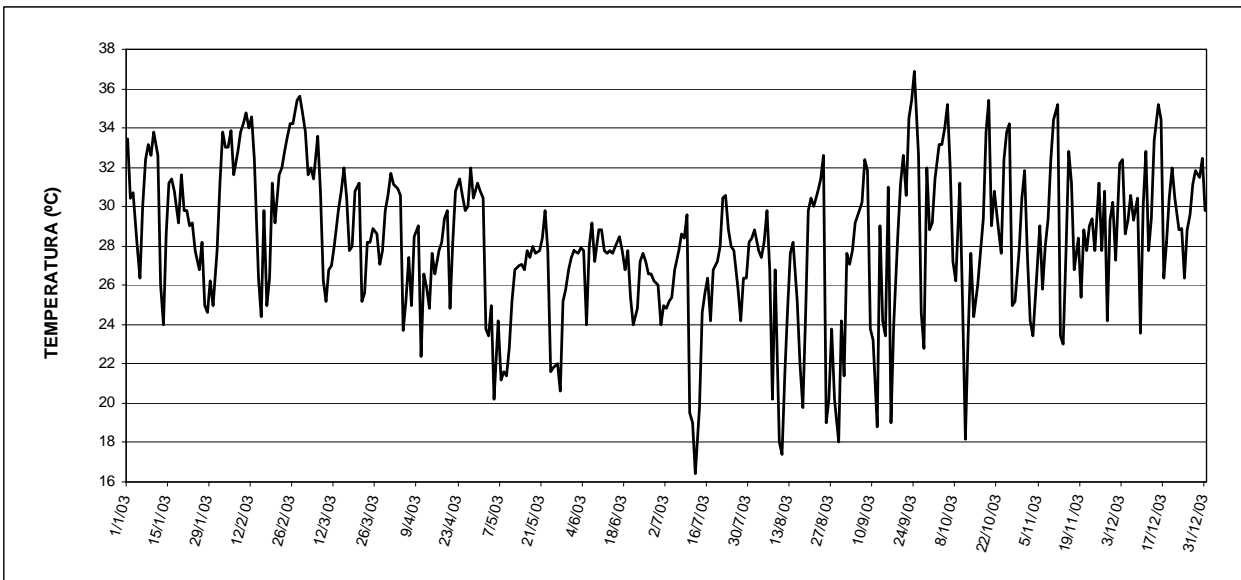


Figura 3.15: Comportamento da temperatura máxima diária verificada durante todo o período de monitoramento do consumo de água nas escolas investigadas – ano 2004.

Da análise das figuras anteriores, verifica-se que em grande parte do período do monitoramento do consumo de água nas escolas analisadas, os anos de 2003 e 2004, as temperaturas máximas diárias permaneceram entre 25 e 35°C.

O coeficiente de variação - CV^1 resultou igual a 13,3% para os dados de temperatura referentes ao ano de 2003; em 2004 o CV foi de 14,7%, indicando que o monitoramento contemplou dias com temperaturas máximas dentro de uma pequena faixa de variação.

3.5 VALORES DAS CONTAS DE ÁGUA DAS ESCOLAS INVESTIGADAS E O CONSUMO

A Tabela 3-15 apresenta a tarifa de água cobrada pela concessionária local:

¹ Coeficiente de Variação é a relação entre o desvio padrão e média aritmética.

Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. - SANASA. A estrutura tarifária praticada pela SANASA é de acordo com a faixa de consumo. O valor mínimo aplicado para categoria pública é de R\$ 11,71, para consumos de até 10m³/mês. As tarifas para consumos superiores a este valor são calculadas de modo escalonado. O valor total obtido é multiplicado por dois (fator de água e esgoto), considerando-se a cobrança pelos serviços de esgoto.

Tabela 3-15: Valores aplicados para determinação da conta de água – categoria pública.

Consumo (m ³ /mês)	Tarifa (R\$)	Parcelas a deduzir (R\$)
De 0 até 10	11,7	0,00
11 a 20	2,07	8,99
21 a 30	3,80	43,59
31 a 40	4,18	54,99
41 a 50	4,68	74,99
51 a 80	7,12	196,99
Acima de 80	9,39	378,59

FONTE: Adaptado de SANASA (2005).

Assim, para a determinação do valor da conta é necessário identificar, do total consumido, as parcelas correspondentes aos valores apresentados. Por exemplo, para um consumo mensal de 50m³, tem-se:

- 10 m³ que serão tarifados a R\$ 11,70;
- 10 m³ a R\$ 2,07 por m³;
- 10 m³ a R\$ 3,80 por m³;
- 10 m³ a R\$ 4,18 por m³;
- 10 m³ a R\$ 4,68 por m³;

do que resulta uma conta de água de:

$$\text{Valor da Conta} = 11,70 + (10 * 2,07) + (10 * 3,80) + (10 * 4,18) + (10 * 4,68)$$

$$\text{Valor da Conta} = \text{R\$ } 159,00 \rightarrow \text{R\$ } 318,00 \text{ para água e esgoto}$$

Para facilitar este cálculo, a SANASA disponibiliza uma tabela em que a partir do consumo total de água e do cálculo do volume multiplicado pela tarifa correspondente, é deduzida uma parcela correspondente (ver Tabela 3-15). Ou seja, considerando-se o consumo de 50 m³, tem-se:

$$\text{Valor da Conta} = (50 * 4,68) - 74,99$$

$$\text{Valor da Conta} = \text{R\$ } 159,01 \rightarrow \text{R\$ } 318,02 \text{ para água e esgoto}$$

Destaca-se que no momento do início do presente trabalho, as contas de água das escolas eram, em sua maioria, encaminhadas para pagamento e arquivo centralizado sem o adequado acompanhamento por parte da escola ou setor competente na Secretaria de Educação.

A partir da realização do levantamento em campo, esta realidade foi se modificando, e hoje, para boa parte das escolas, é efetuado o acompanhamento das contas de água tanto pelo setor responsável, como pela diretoria, com a tomada de ações no sentido de corrigir os problemas detectados.

Além disso, ao longo do desenvolvimento deste trabalho, houveram outras modificações: o pagamento da conta de água, antes centralizado, passou a fazer parte da verba escolar, isto é, esta despesa deve ser paga com a verba mensal que a Prefeitura repassa para cada escola. Com isto, a direção da escola toma ciência dos valores gastos e existe um maior acompanhamento do consumo.

A Tabela 3-16 apresenta os valores das contas de água e esgoto das escolas investigadas nos meses de abril, maio e junho de 2004. Estes meses foram selecionados tendo em vista o período em que ocorreu monitoramento do consumo. Em apenas 3 escolas são apresentados os valores das contas de água nos meses de agosto, setembro e outubro de 2004, também em virtude do período do monitoramento.

Tabela 3-16: Valores das contas de água e esgoto das escolas investigadas.

Escola	mês/ano	Valor da Conta (R\$)	
		água	total
CEMEI 31	abr / 2004	191,00	382,00
	mai / 2004	242,65	485,29
	jun / 2004	247,34	494,68
CEMEI 44	abr / 2004	360,02	720,04
	mai / 2004	360,02	720,04
	jun / 2004	533,74	1067,47
CEMEI/EMEI 119	jul / 2004	1103,99	2207,98
	ago / 2004	1827,10	3654,19
	set / 2004	1520,29	3040,58
CEMEI/EMEI/FUMEC 07	abr / 2004	1299,02	2598,04
	mai / 2004	1449,26	2898,52
	jun / 2004	1331,89	2663,77
EMEI 22	abr / 2004	33,31	66,61
	mai / 2004	31,41	62,81
	jun / 2004	33,31	66,61
EMEI 118	abr / 2004	67,81	135,61
	mai / 2004	54,02	108,03
	jun / 2004	47,75	95,49
EMEI 158	abr / 2004	505,57	1011,13
	mai / 2004	801,35	1602,70
	jun / 2004	594,77	1189,54
EMEI/FUMEC 157	abr / 2004	58,45	116,89
	mai / 2004	74,83	149,65
	jun / 2004	41,48	82,95
EMEF 61	abr / 2004	205,09	410,17
	mai / 2004	118,67	237,33
	jun / 2004	107,99	215,97
EMEF 71	abr / 2004	580,69	1161,37
	mai / 2004	1012,63	2025,25
	jun / 2004	1468,04	2936,08
EMEF/SUPLETIVO 70	mai / 2004	233,26	466,51
	jun / 2004	416,36	832,72
	ago / 2004	683,98	1367,95
EMEF/SUPLETIVO 59	ago / 2004	294,29	588,58
	set / 2004	627,64	1255,27
	out / 2004	637,03	1274,05

A Figura 3.16 apresenta os resultados da análise de regressão entre os valores da conta de água e o indicador de consumo das escolas investigadas.

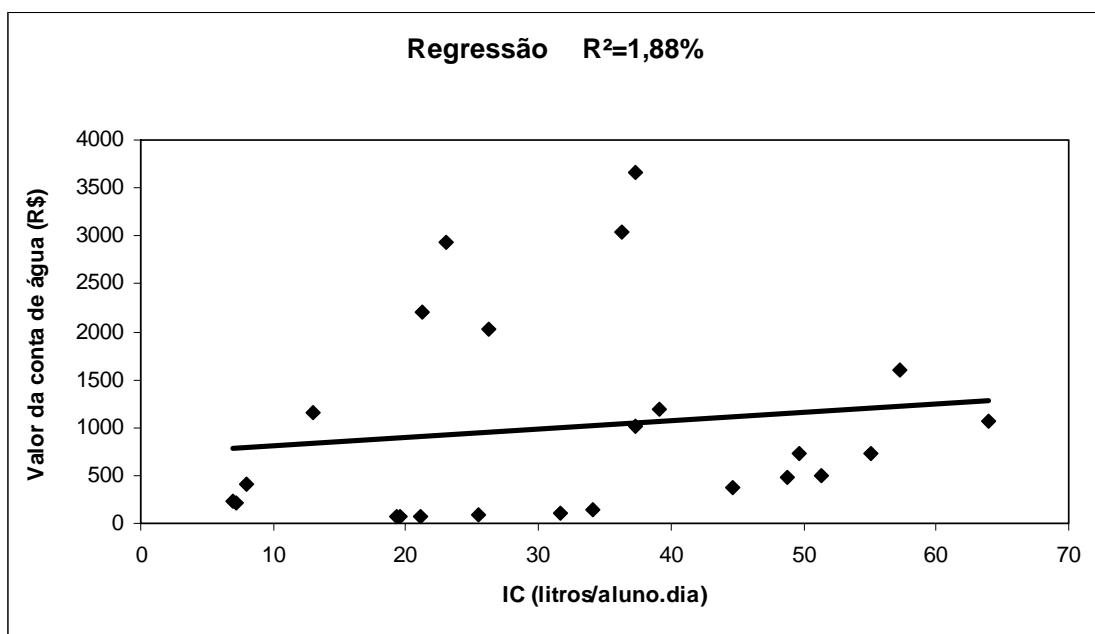


Figura 3.16: Análise de regressão simples entre o indicador de consumo médio diário por aluno (IC) e o valor da conta de água e esgoto das escolas municipais investigadas.

Verificou-se, através do teste de Pearson (GIBBONS, 1985), que a correlação entre as duas variáveis não é significativa para um grau de significância de 5% ($p = 0,693\%$).

A reta traçada pelo método dos mínimos quadrados é quase paralela ao eixo “x”, o que também indica a baixa correlação entre as variáveis envolvidas.

Este resultado já era esperado, principalmente porque os usuários não são responsáveis diretamente pelo pagamento da conta de água, não existindo, portanto, uma relação estreita entre essas duas variáveis. Este resultado já era esperado, uma vez que usuários dessa tipologia não são responsáveis pelo pagamento direto da conta, como é o caso da edificação residencial.

Outro aspecto que merece destaque é que as contas não eram sequer avaliadas pela maioria dos responsáveis pelas escolas à época da realização do presente trabalho e sim simplesmente enviadas para arquivamento na prefeitura.

Procurou-se também avaliar se existe relação entre o consumo de água e a renda média das famílias no entorno das escolas, sendo verificado que não há correlação entre estas grandezas para um grau de significância de 5% ($p = 0,388\%$).

4. ESTUDO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS

Para o estudo das variáveis determinantes do consumo de água, os dados levantados foram inicialmente agrupados em duas categorias, tendo em vista as observações realizadas em campo e que evidenciam uma similaridade das atividades realizadas, quais sejam:

- **categoria A**, constituída pelas creches e escolas de ensino infantil, incluindo as que possuem ensino no período noturno (CEMEI, EMEI, EMEI/SUPLETIVO, CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC); e,
- **categoria B**, constituída pelas escolas de ensino fundamental, incluindo as que possuem ensino no período noturno (EMEF e EMEF/SUPLETIVO).

Na seqüência, tomando como base os trabalhos disponíveis na bibliografia, as observações realizadas em campo e as análises preliminares efetuadas, foram identificados os seguintes grupos de variáveis para a avaliação de sua influência no consumo de água nas categorias de escolas investigadas:

- variáveis que caracterizam a edificação e seu entorno;
- variáveis que caracterizam o padrão de ocupação da edificação;
- variáveis representativas dos tipos e quantidades de aparelhos sanitários existentes na edificação;
- variáveis representativas da condição de operação dos aparelhos sanitários; e,
- variável representativa das condições climáticas.

A partir disso, foi efetuada uma análise de regressão múltipla com o objetivo de identificar, dentre as variáveis selecionadas, aquelas que são representativas do consumo de água nessa tipologia de edificação.

4.1 VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A EDIFICAÇÃO

Para a seleção das variáveis que caracterizam a edificação, foram considerados os seguintes critérios:

- contemplar variáveis já empregadas em outros estudos, de modo a verificar a adequabilidade do seu emprego para a explicação do consumo na amostra selecionada;
- empregar variáveis de fácil determinação, nos projetos arquitetônicos usuais ou relacionados com o período de permanência dos alunos na escola.

Assim, as variáveis selecionadas foram:

- área permeável total → toda a área que não possui impermeabilização por piso ou pavimentação, ou seja, é a área que pode necessitar rega e, de outro lado, não necessitar de lavagem;
- área impermeável total → toda a área construída, incluindo passarelas, quadras, etc.;
- número de salas de aula existentes na escola;
- número de banheiros → quantidade de banheiros total, de uso exclusivo dos funcionários e de uso exclusivo dos alunos;

- existência de horta.

4.2 VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM O PADRÃO DE OCUPAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Neste grupo, foram selecionadas as seguintes variáveis:

- número de alunos matriculados em período integral diurno (até 8 horas de permanência na escola por dia);
- número de alunos matriculados em período parcial diurno (até 4 horas de permanência na escola por dia);
- número de funcionários no período diurno (cerca de seis horas de permanência);
- número de professores no período diurno (cerca de quatro horas de permanência);
- número de alunos matriculados no período noturno (cerca de duas horas e meia de permanência);
- número de funcionários no período noturno (até seis horas de permanência);
- número de professores no período noturno (cerca de duas horas e meia de permanência);
- população total diurna → soma do número de funcionários, professores e alunos que permanecem na escola durante o período diurno;

- número total de funcionários e professores → soma do número total de funcionários e professores;
- número total de alunos → soma do número total de alunos matriculados na escola;
- população total → soma do número total de alunos, professores e funcionários que utilizam a escola, tanto no período diurno como noturno.

Os usuários da categoria A utilizam a edificação de forma mais intensa, já que em alguns casos os alunos permanecem por período integral na escola, enquanto que, os alunos das escolas da categoria B permanecem apenas quatro horas diárias na edificação.

4.3 VARIÁVEIS REPRESENTATIVAS DOS TIPOS E QUANTIDADES DE APARELHOS SANITÁRIOS

As variáveis selecionadas dentro deste grupo, considerando-se as duas categorias de escolas, são:

- número total de bacias sanitárias com válvula;
- número total de bacias sanitárias com caixa;
- número total de torneiras de lavatório;
- número total de mictórios tipo calha (com raras exceções, este aparelho sanitário se encontra instalado apenas nas escolas da categoria B);

- número total de mictórios individuais;
- número total de torneiras de uso geral externas (este tipo de torneira atende às atividades de lavagem de piso externo e rega de jardim e estão localizadas externamente à edificação. Algumas delas estão localizadas junto ao hidrômetro);
- número total de torneiras de uso geral internas (este tipo de torneira atende às atividades de lavagem de ambientes internos à edificação. Geralmente estão localizadas nos banheiros e áreas de serviço);
- número total de chuveiros;
- número total de torneiras de pia de cozinha;
- número total de torneiras de tanque de cozinha;
- número total de torneiras de filtro;
- número total de torneiras de tanque de lavar roupas → geralmente instaladas nas áreas de serviço;
- existência de máquina de lavar roupas (variável *dummy*);
- número total de pontos de consumo de água no tanque de banho.

4.4 VARIÁVEIS REPRESENTATIVAS DA CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS

Basicamente, estas variáveis são similares às apresentadas no item anterior, porém aqui são considerados aqueles aparelhos com vazamento, ou seja:

- número total de bacias sanitárias com válvula com vazamento;
- número total de bacias sanitárias com caixa com vazamento;
- número total de torneiras de lavatório com vazamento;
- número total de mictórios tipo calha com vazamento;
- número total de mictórios individuais com vazamento;
- número total de torneiras de uso geral externas com vazamento;
- número total de torneiras de uso geral internas com vazamento;
- número total de chuveiros com vazamento;
- número total de torneiras de pia de cozinha com vazamento;
- número total de torneiras de tanque de cozinha com vazamento;
- número total de torneiras de filtro com vazamento;
- número total de torneiras de tanque de lavar roupas com vazamento;
- número total de pontos de consumo de água no tanque de banho com vazamento; e,
- número total de torneiras de máquina de lavar roupas com vazamento.

Destaca-se que o volume perdido nos vazamentos não foi considerado na análise de regressão efetuada, apesar de sua relação direta com o consumo de água, porque esta variável foi, na totalidade dos casos, estimada de forma bastante simplificada, tendo em vista as dificuldades inerentes.

Conforme destacado na metodologia, a idade das escolas também foi levantada, apesar de não se ter registros de reformas e manutenções, cuja realização pode ter trazido a escola à condição original de operação. Verificou-se em campo que as escolas mais antigas haviam passado por grandes reformas, além de atividades de manutenção pontuais, possuindo inclusive, um menor número de vazamentos que as escolas mais novas.

A Figura 4.1 apresenta os resultados da análise de regressão simples entre o indicador de consumo e a idade das escolas investigadas.

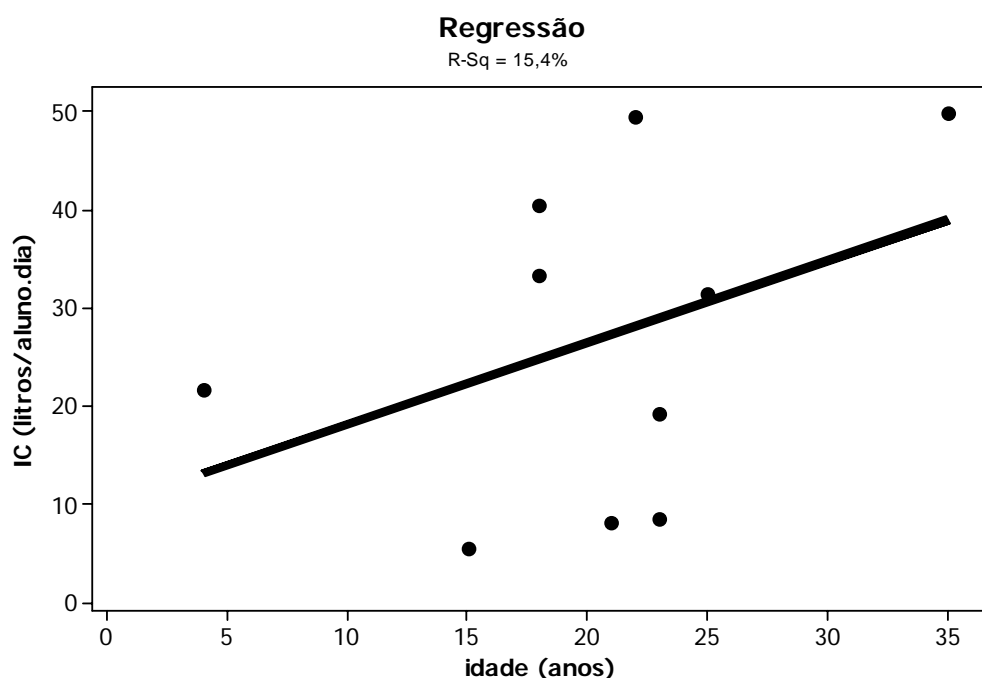


Figura 4.1: Análise de regressão entre o indicador de consumo médio diário por aluno (IC) e a idade das escolas municipais investigadas.

Verificou-se, através do teste de Pearson, que a correlação entre as duas variáveis não é significativa para um grau de significância de 5% ($p = 0,261\%$).

Embora a reta traçada pelo método dos mínimos quadrados tenha apresentado inclinação de cerca de 30%, houve um desvio padrão de 16,305. Além disso, considerando-se a pouca quantidade de dados da amostra analisada (10 escolas, já

que em duas delas não foi possível obter esta informação), não se afirma que existe correlação entre as variáveis analisadas.

4.5 VARIÁVEL REPRESENTATIVA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Conforme citado anteriormente, a temperatura máxima diária, pela facilidade de sua obtenção, foi a variável selecionada dentro deste grupo.

4.6 AJUSTE DO MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA

O modelo resultante de uma análise de regressão é obtido após uma série de testes que verificam não só a significância dos coeficientes para o melhor ajuste – seleção de variáveis preditoras – mas também os pressupostos do modelo estatístico (ver Anexo H).

Para a estimativa dos parâmetros do modelo de regressão linear múltipla, foi utilizado o Princípio dos Mínimos Quadrados, sendo o ajuste do modelo avaliado através de análise dos resíduos e do coeficiente de determinação (R^2), onde o modelo com maior R^2 é o que contém todas as variáveis independentes.

Elian (1988) afirma que, muitas vezes, o aumento em R^2 com a inclusão de mais variáveis independentes é tão pequeno que não justifica o uso de um modelo mais complicado. Além disso, outra desvantagem de se utilizar muitas variáveis independentes em um modelo é o possível aparecimento de multicolinearidade.

Assim, tendo em vista a avaliação da ocorrência de redundância entre as variáveis explicativas com relação à variável resposta, foi efetuada a análise de multicolinearidade, a qual consiste em analisar a existência de relações lineares entre

as variáveis dependentes. Quando existe multicolinearidade, elimina-se uma ou mais variáveis independentes do modelo.

Assim, há necessidade de se verificar a homocedasticidade entre os resíduos, a qual consiste em verificar a homogeneidade nos dados, também por meio do gráfico de resíduos. Bussab (1986) afirma que uma forma de remover a heterocedasticidade é a transformação da variável resposta, da preditora, ou então de ambas.

A partir das variáveis pré-selecionadas constantes nos itens 0 a 0, e considerando os resultados da análise de multicolinearidade, foi realizada a análise de regressão que permite a melhor combinação entre as variáveis consideradas.

Neste item são apresentados os resultados relativos a esta análise. Conforme comentado anteriormente, os dados foram agrupados em duas categorias: **categoria A** (CEMEI, EMEI, EMEI/SUPLETIVO, CEMEI/EMEI e CEMEI/EMEI/FUMEC) e **categoria B** (EMEF e EMEF/SUPLETIVO).

Para a formulação do modelo de consumo de água, foi considerada como variável resposta, inicialmente, o volume diário consumido nos dias úteis (CD), expresso em L/dia.

Em paralelo, deve ser verificada a normalidade dos resíduos, utilizando-se para tanto, um papel de probabilidade. Os pontos devem estar sobre uma linha reta. Da mesma forma que a homocedasticidade, a correção da normalidade pode ser obtida através da transformação da variável resposta.

Diante do exposto, pode-se resumir que a validação do modelo estatístico se dá em torno da análise de resíduos, onde se averiguam as pressuposições através das seguintes análises gráficas: resíduos versus tempo para avaliar a suposição de independência; resíduos versus valores preditos para avaliar a suposição de variância constante; e histograma de distribuição dos resíduos para avaliar a suposição de normalidade dos mesmos. Além disso, convém lembrar que:

- cada *P-value* denota a significância do coeficiente para cada variável preditora. Valores menores que 5% (0,05) denotam que a variável preditora tem um papel significativo para explicar a variação do consumo diário;
- valores altos de R^2 indicam que o modelo contém a maior quantidade de variáveis independentes explicativas.

Para possibilitar a comparação dos valores obtidos, tendo em vista a variabilidade e a ordem de grandeza das variáveis envolvidas, foram utilizados os resíduos padronizados (z_i), definidos por:

$$z_i = \frac{e_i}{EP(e_i)} \quad [\text{Equação 3}]$$

onde:

e_i = resíduo

$EP(e_i)$ = erro padrão do resíduo

Todos os procedimentos estatísticos citados foram realizados com o auxílio dos seguintes programas para microcomputador: SAS System versão 8, EXCEL versão 2000 e MINITAB versão 12.

4.6.1 CATEGORIA A

Verificou-se a existência de alta multicolinearidade entre a maioria das variáveis, ou seja, as mesmas são altamente correlacionadas umas com as outras, explicando uma mesma característica. A partir disso, foi feita uma seleção de variáveis significativas, do que resultaram as seguintes:

- **Ap** – área permeável total;
- **AI** – área impermeável total;
- **Nsa** – número de salas de aula;
- **NBt** – número total de banheiros;
- **NBf** – número de banheiros de funcionários;
- **BS_{VD}** – número de bacias sanitárias com válvula de descarga;
- **BS_{VD-vz}** - número de bacias sanitárias com válvula de descarga com vazamentos; e
- **Temp** – temperatura máxima diária.

Para uma melhor adequação do modelo (com relação ao critério da homocedasticidade ou homogeneidade de variâncias) foi adotada uma transformação da variável resposta, a qual passou a ser a **raiz quadrada** do consumo. Ressalta-se que foram efetuadas simulações com outras transformações dessa variável, de forma a determinar qual a melhor configuração.

Foi efetuada, então, uma segunda seleção, através da análise das melhores combinações de variáveis, dentre as anteriormente selecionadas. Após testar todas as melhores combinações das variáveis explicativas, resultou que as variáveis AI, BSVD e Temp são aquelas que melhor explicam a variabilidade do consumo na amostra considerada. Com relação às variáveis *dummy*, somente a variável **H** (existência de horta na escola) foi significativa.

Assim, foram selecionadas as seguintes variáveis: **AI, BS_{VD}, Temp** e **H**, sendo na seqüência verificado que a variável *dummy* **H** deixava de ser significativa perante as interações que resultaram como significativas entre essas quatro variáveis. De maneira

similar, a variável **Temp** (temperatura máxima diária) também não foi considerada significativa perante as demais variáveis explicativas, porém, a mesma foi mantida no modelo pelo fato dela interagir significativamente com as demais variáveis explicativas.

Finalmente, foram verificadas algumas associações entre as variáveis explicativas selecionadas, do que resultaram as seguintes: **(AI*BS_{VD})**; **(AI*Temp)** e **(BS_{VD}*Temp)**. Na Tabela 4-1 é apresentado o modelo ajustado. Nesta tabela estão relacionadas as estimativas dos parâmetros do modelo (b_i) ajustados pelo princípio de mínimos quadrados e os respectivos erros padrões - EP(b_i). Também são apresentados os valores da estatística t ($= \frac{b_i}{EP(b_i)}$), e dos níveis descritivos (*p-value*). Na última linha da tabela é apresentado o valor do coeficiente de determinação R².

Tabela 4-1: Modelo ajustado para a **categoria A**.

Termo	Variável resposta: $\sqrt{\text{CONSUMO}}$			
	Coefficiente	EP(b_i)	t	p
INTERCEPTO (constante)	27,062	5,668	4,77	0,000
Temp	0,1507	0,2006	0,75	0,453
AI	-0,030276	0,007401	-4,09	0,000
BS _{VD}	5,8375	0,7785	7,50	0,000
AI* BS _{VD}	-0,000533	0,000090	-5,90	0,000
AI * Temp	0,001960	0,000260	7,53	0,000
BS _{VD} * Temp	-0,13460	0,02784	-4,84	0,000
R ²	0,6718			

Os gráficos elaborados para a análise dos resíduos (diferença entre o valor observado e o valor estimado pelo modelo para a variável resposta) do modelo ajustado, para a verificação da violação ou não das hipóteses de homogeneidade da variância (homocedasticidade) e de normalidade dos resíduos em cada um dos modelos ajustados são apresentados, respectivamente, nas Figura 4.2 a Figura 4.4. Destaca-se que as observações foram ordenadas cronologicamente, de acordo com a data de coleta dos dados de consumo.

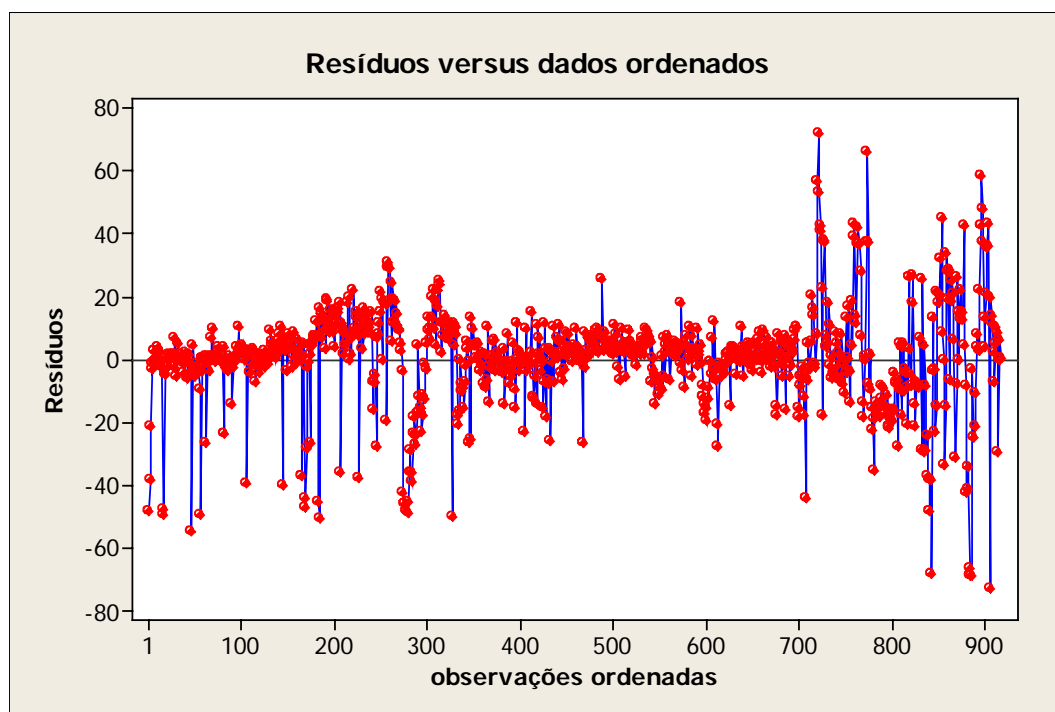


Figura 4.2: Dispersão dos resíduos em função do valor previsto para a variável resposta – modelo ajustado para **CATEGORIA A**.

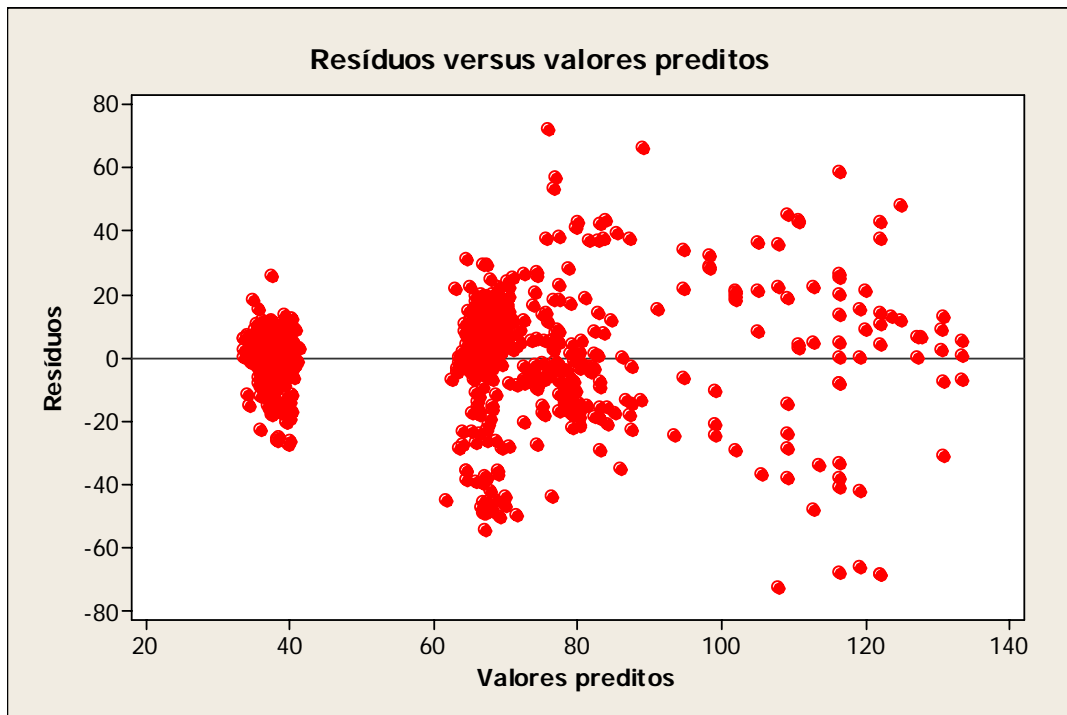


Figura 4.3: Verificação da homocedasticidade dos resíduos. – **CATEGORIA A**

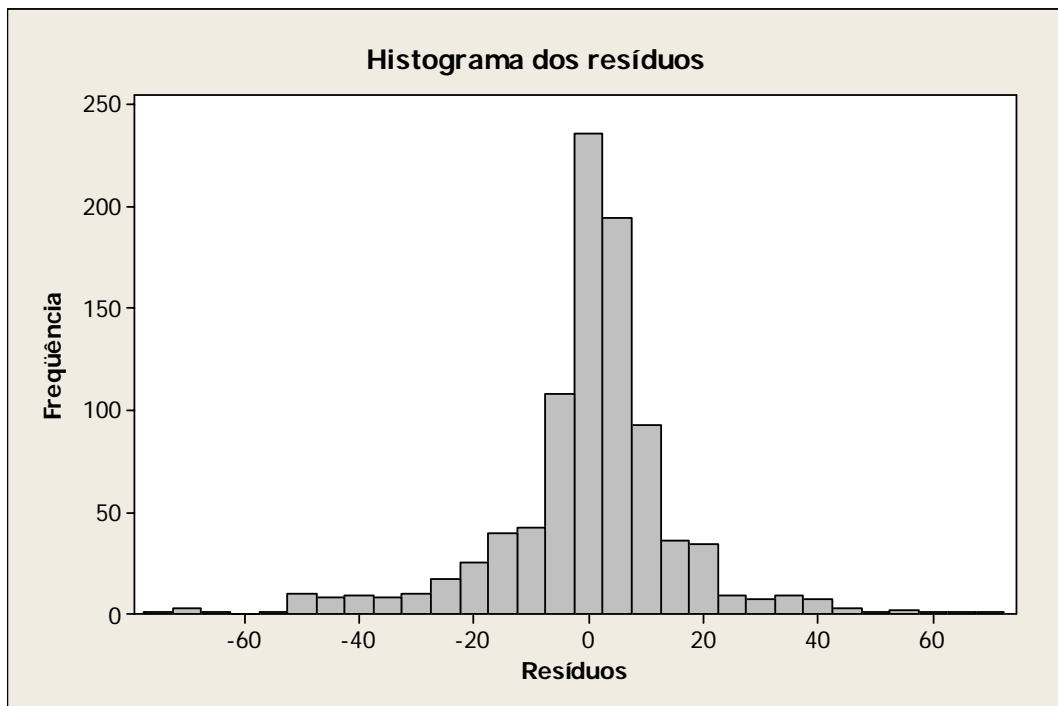


Figura 4.4: Verificação da normalidade dos resíduos – **CATEGORIA A.**

Da análise dos dados obtidos ressalta-se os seguintes aspectos:

- não existem evidências fortes de violação das suposições de homocedasticidade, independência e normalidade;
- efetuando-se a análise de resíduos, não foram notadas quaisquer configurações que revelassem alguma associação entre os resíduos e os valores de temperatura; entre os resíduos e os valores de número de bacia com válvula e entre os resíduos e a área impermeável, o que indica que estas variáveis explicativas não necessitam de transformações no modelo;
- a grande dispersão dos resíduos denota a existência de alguma outra variável, não presente na coleta de dados, que poderia melhorar ainda mais a qualidade do ajuste e a precisão ou também que alguma variável não tenha relação linear com o consumo.

A partir do exposto, a expressão do modelo de regressão para a estimativa do volume diário de água consumido em creches e escolas de ensino infantil, é a seguinte:

$$\begin{aligned} \sqrt{CD} = & 27,062 + 0,1507 * \text{Temp} - 0,030276 * \text{AI} + 5,8375 * \text{BS}_{\text{VD}} \\ & - 0,000533 * (\text{AI} * \text{BS}_{\text{VD}}) + 0,00196 * (\text{AI} * \text{Temp}) \\ & - 0,1346 * (\text{BS}_{\text{VD}} * \text{Temp}) \end{aligned} \quad [\text{Equação 4}]$$

Onde:

CD – volume diário consumido nos dias úteis (L/dia)

Temp – temperatura máxima diária (°C);

AI – área impermeável total, incluindo passarelas, quadras, etc. (m²);

BS_{VD} – número de bacias sanitárias com válvula de descarga.

Destaca-se que os valores negativos obtidos para os coeficientes de algumas variáveis ou associação de variáveis implicam que as mesmas são inversamente proporcionais à raiz quadrada do consumo quando analisadas em conjunto com as demais variáveis (ou associação de variáveis) contempladas na Equação 4.

Para que os resultados obtidos com a aplicação do modelo proposto sejam o mais próximo possível da realidade, convém utilizar escolas que tenham características similares as das unidades investigadas para a formulação do modelo. Neste sentido, a Tabela 4-2 apresenta as faixas de valores para as variáveis.

Tabela 4-2: Intervalos mínimo e máximo para as variáveis utilizadas na formulação do modelo para a categoria A.

Variáveis	Mínimo	Máximo
Al (m ²)	173	3369
BSV	1	29
Temperatura (°C)	14	37

Na Figura 4-5 é apresentado um gráfico com os valores da variável resposta – CD: medidos e previstos pelo modelo.

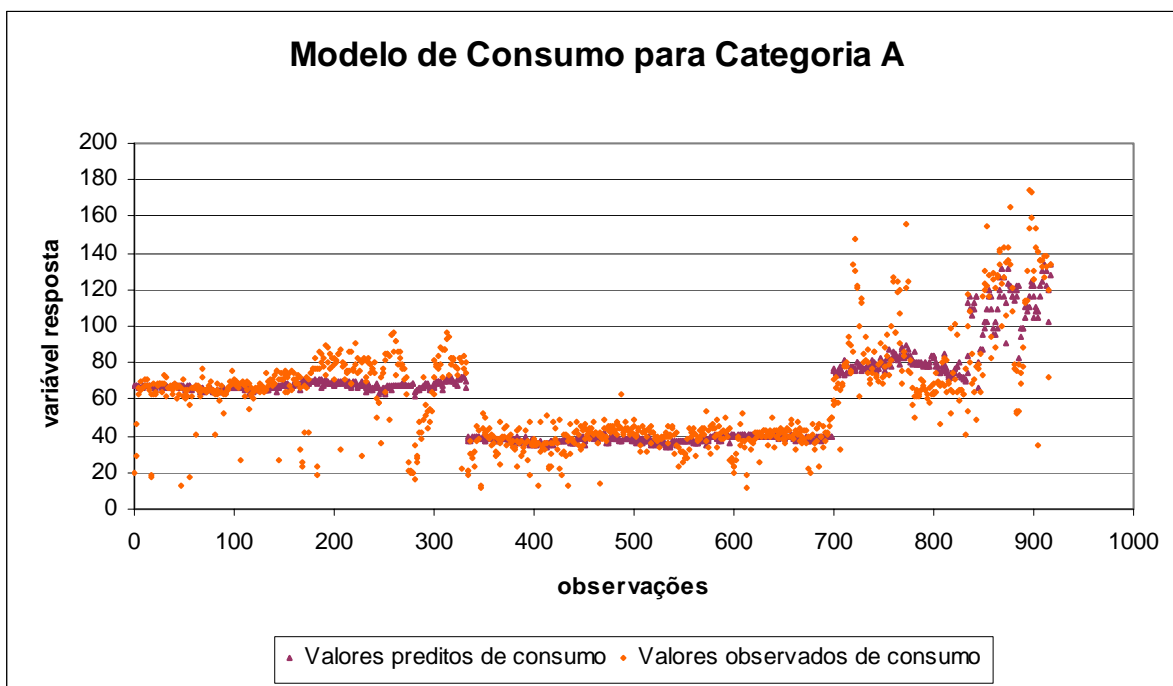


Figura 4.5: Valor previsto e valor medido da variável resposta – **CATEGORIA A**.

4.6.1.1 APLICAÇÃO NUMÉRICA DO MODELO PROPOSTO

Para o desenvolvimento dos exemplos de aplicação do modelo proposto, foram considerados os dados de outras escolas da rede municipal de Campinas, os quais são apresentados na Tabela 4-3.

Tabela 4-3: Caracterização das escolas utilizadas na aplicação numérica do modelo proposto – **CATEGORIA A**.

Escola	Área impermeável (m ²)	Nº bacias sanitárias com válvula
CEMEI 17	138,3	3
CEMEI 43	1055,3	9
EMEI 21	276,0	4
EMEI 136	1229,4	9
CEMEI/EMEI 02	1412,3	12
CEMEI/EMEI 15	59625,9	16

PI – período integral PP – período parcial func – funcionários Prof – funcionários professores

A Tabela 4-4 apresenta os resultados obtidos pela aplicação do modelo proposto. Considerou-se como temperatura máxima o valor médio dessa variável no período do monitoramento, ou seja, 27°C.

Tabela 4-4: Consumo determinado pela aplicação do modelo.

Escola	Consumo ^(*) (m³/mês)
CEMEI 17	36,36
CEMEI 43	107,17
EMEI 21	45,76
EMEI 136	116,92
CEMEI/EMEI 02	142,63
CEMEI/EMEI 15	217,86

^(*) considerando-se uma temperatura máxima diária de 27°C.

A Figura 4.6 apresenta a variação do consumo em função da temperatura máxima diária obtida pela aplicação do modelo às escolas selecionadas, mantidas as demais grandezas constantes.

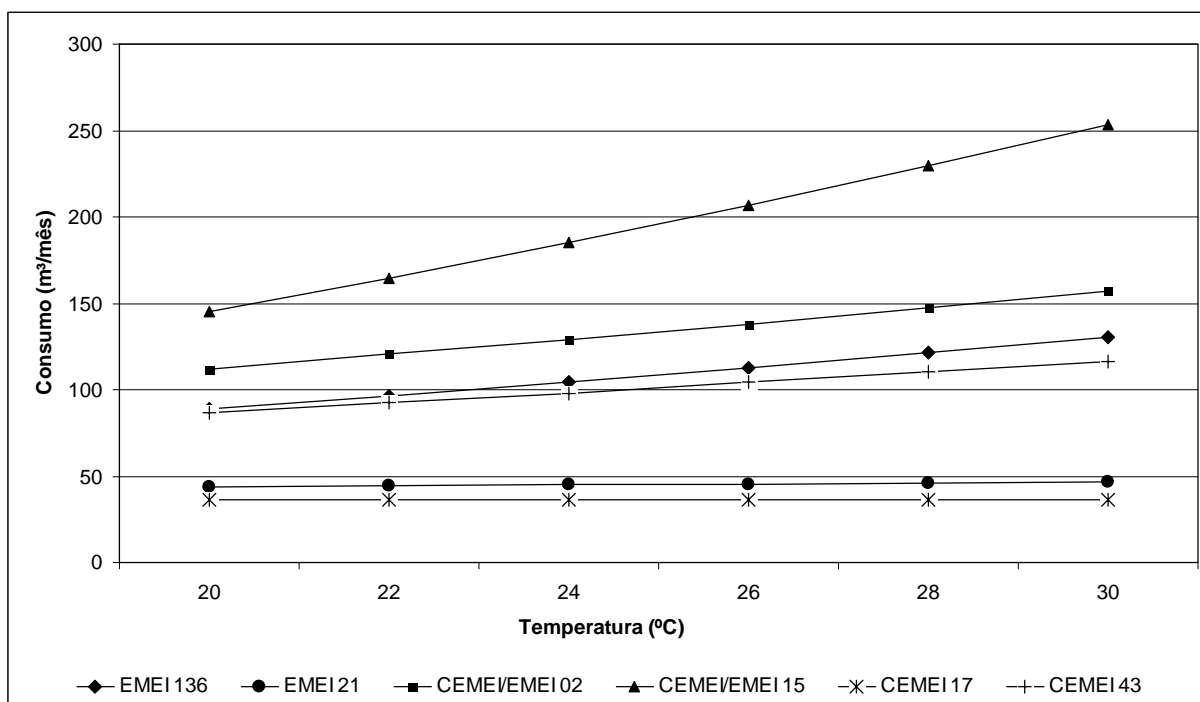


Figura 4.6: Variação do consumo diário em função da variação da temperatura máxima diária – **CATEGORIA A**.

Da análise da Figura 4.6 vê-se que, para as escolas que possuem maior área impermeável, a variação do consumo com a elevação da temperatura é maior.

Além disso, destaca-se a associação de variáveis empregada no modelo, onde, muitas vezes, a alteração do valor de uma determinada variável isoladamente não provoca alteração no comportamento do consumo. Uma vez associadas e relacionadas com o aumento da temperatura, as variáveis geram resultados determinantes no comportamento do consumo.

Isto pode ser observado ao considerar a temperatura de 20°C e de 30°C para a CEME117 e para a CEME/EME115, onde o consumo da primeira escola apresentou um coeficiente de variação (CV) de 0,3% para faixa de temperaturas considerada; já a segunda apresentou um CV de 18,7%.

4.6.2 CATEGORIA B

O ajuste do modelo para a **categoria B** foi efetuado de forma análoga àquela apresentada para a **categoria A**. O modelo, nesse caso, foi gerado a partir de dados de quatro escolas apenas, o que o torna menos abrangente.

Da seleção final, resultaram as seguintes variáveis como sendo significativas para a explicação do consumo na **categoria B**:

- **AP** – área permeável total;
- **AI** – área impermeável total;
- **Nsa** – número de salas de aula; e
- **Temp** – temperatura máxima diária.

Vale ressaltar que nenhuma das variáveis tipo *dummy* (H – existência de horta, MLR – existência de máquina de lavar roupa) foi significativa para o modelo em questão.

Para uma melhor adequação do modelo (com relação ao critério da homocedasticidade ou homogeneidade de variâncias) foi efetuada a transformação da variável resposta, a qual passa a ser, de modo similar ao modelo ajustado para a categoria A, a **raiz quadrada do consumo**, embora tenham sido efetuadas outras simulações, de forma a verificar qual seria a melhor configuração.

Na seqüência, foram verificadas algumas associações entre as variáveis explicativas selecionadas, do que resultaram as seguintes: (**AI*Temp**); (**AP*Temp**) e (**Nsa*Temp**).

Na Tabela 4-5 é apresentado o modelo ajustado para dados obtidos nas escolas em monitoramento dessa tipologia. Nesta tabela estão relacionadas as estimativas dos parâmetros dos modelos (b_i) ajustados pelo princípio de mínimos quadrados e os respectivos erros padrões - $EP(b_i)$. Também são apresentados os valores da estatística t ($= \frac{b_i}{EP(b_i)}$), e dos níveis descritivos (p -value). Na última linha são apresentados os valores do coeficiente de determinação R^2 .

Tabela 4-5: Modelo ajustado para os dados do monitoramento – **CATEGORIA B.**

Termo	Variável resposta: $\sqrt{\text{CONSUMO}}$			
	Coeficiente	EP(b_i)	t	p
INTERCEPTO (constante)	-3225,2	556,0	-5,80	0,000
AI	2,1050	0,3631	5,80	0,000
AP	0,11978	0,02656	4,51	0,000
Nsa	-114,59	24,52	-4,67	0,000
Temp	83,78	18,73	4,47	0,000
AI * Temp	-0,05395	0,01226	-4,40	0,000
AP * Temp	-0,002905	0,000892	-3,26	0,001
Nsa * Temp	2,9752	0,8318	3,58	0,000
R^2	0,5984			

Para que os resultados obtidos com a aplicação do modelo proposto sejam o mais próximo possível da realidade, convém utilizar escolas que tenham características similares as das unidades investigadas para a formulação do modelo. Neste sentido, a Tabela 4-5 apresenta as faixas de valores para as variáveis.

Tabela 4-6: Intervalos mínimo e máximo para as variáveis utilizadas na formulação do modelo para a categoria B.

Variáveis	Mínimo	Máximo
AI (m ²)	1589	1989
AP (m ²)	231	5478
NSa	4	10
Temperatura (°C)	17	37

Na Figura 4.7 a Figura 4.9 são apresentados os gráficos elaborados para a análise dos resíduos do modelo ajustado, ou seja, dispersão dos resíduos em função do valor previsto para a variável resposta e verificação da violação ou não das hipóteses de homogeneidade da variância (homocedasticidade) e de normalidade dos resíduos do modelo ajustado. Note-se que as observações foram ordenadas cronologicamente, de acordo com a ordem de coleta dos dados de consumo.

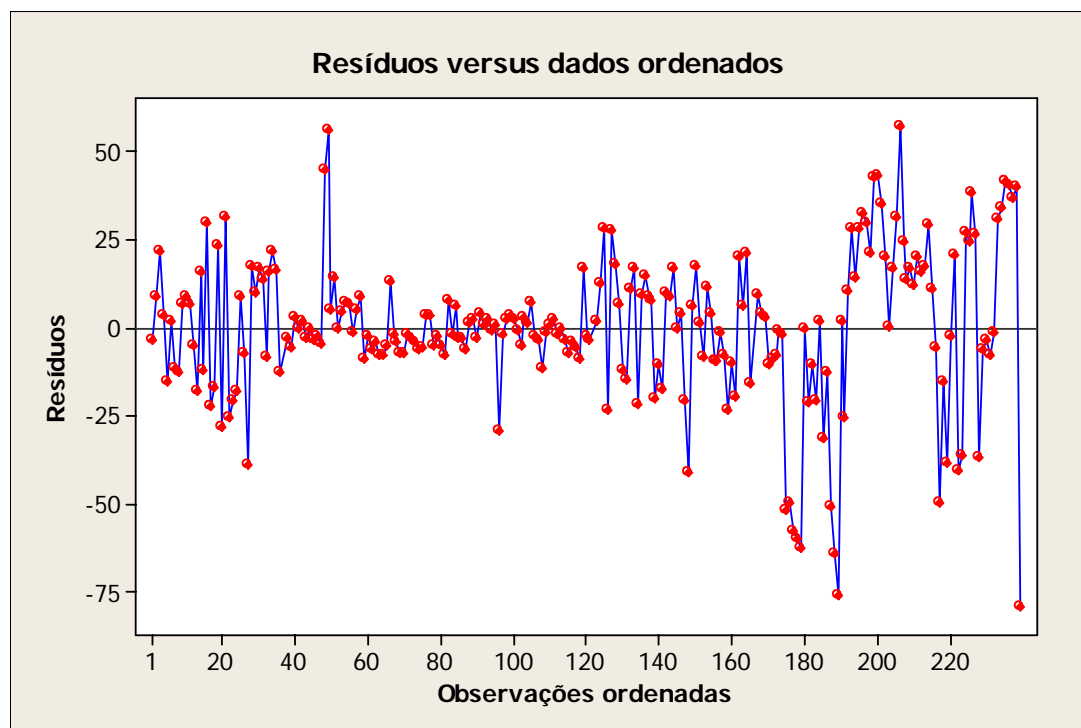


Figura 4.7: Dispersão dos resíduos em função do valor previsto para a variável resposta – **CATEGORIA B**.

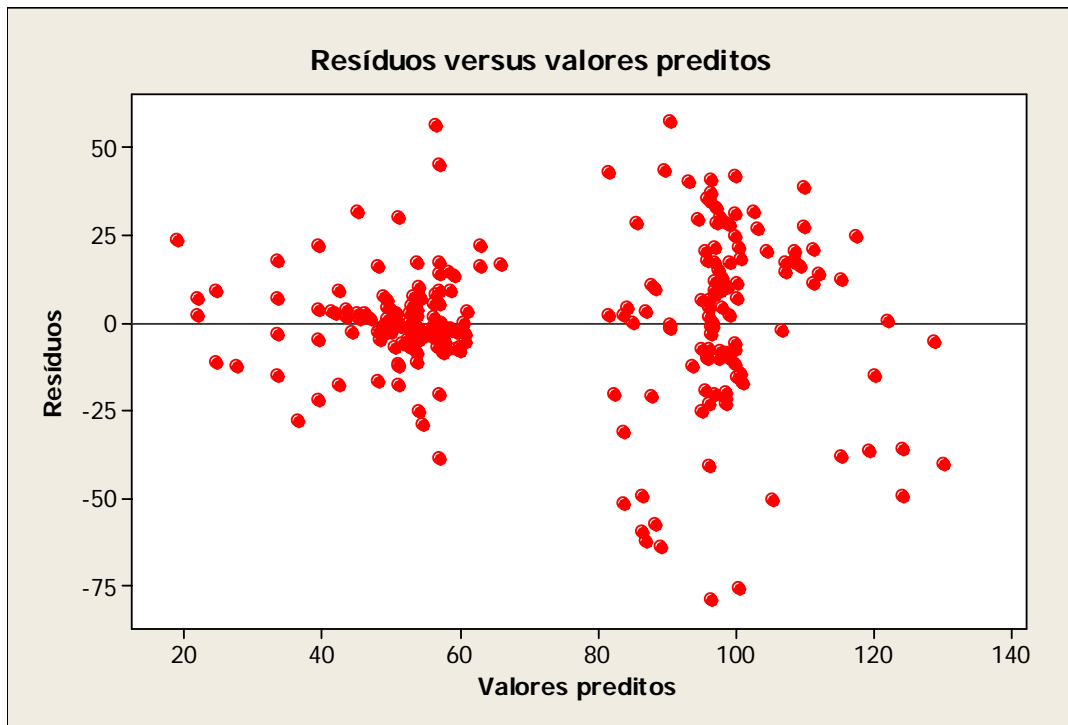


Figura 4.8: Verificação da homocedasticidade dos resíduos – **CATEGORIA B.**

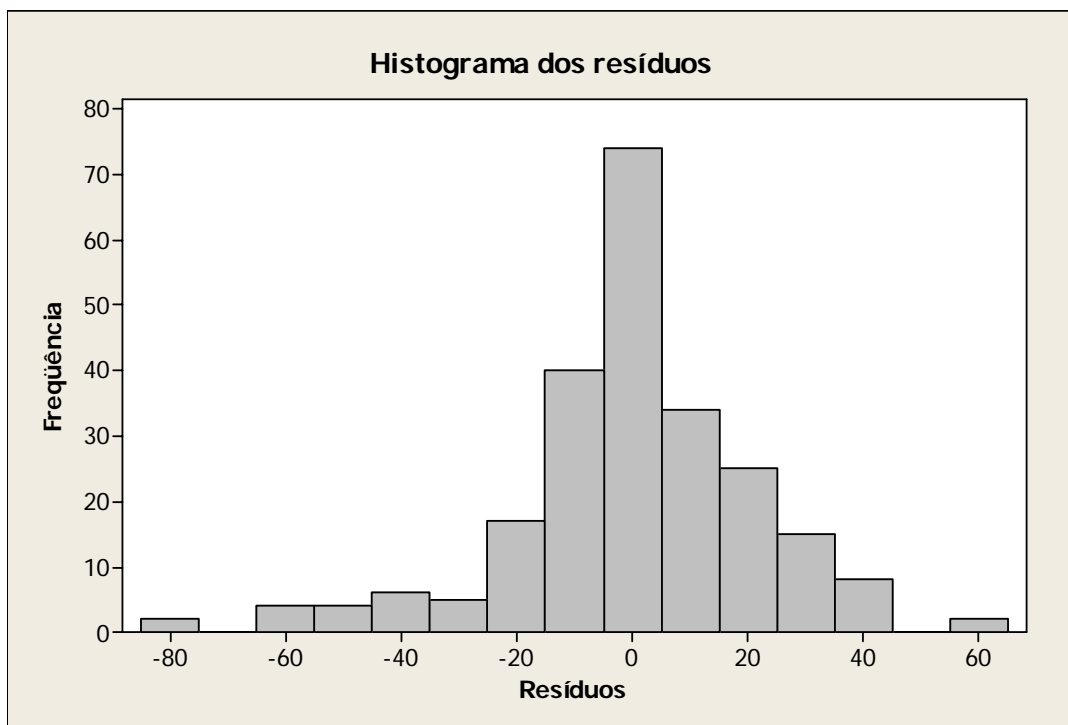


Figura 4.9: Verificação da normalidade dos resíduos – **CATEGORIA B.**

Verifica-se que não existem evidências de violação das suposições de homocedasticidade, independência e normalidade para o modelo ajustado para a **categoria B**.

A partir do exposto, a expressão do modelo de regressão para a estimativa do volume diário de água consumido em escolas de ensino fundamental é a seguinte:

$$\sqrt{CD} = - 3225,2 + 2,1050 * AI + 0,11978 * AP - 114,49 * Nsa + 83,78 * Temp - 0,05395 (AI * Temp) - 0,002905 (AP * Temp) + 2,9752 (Nsa * Temp) \quad [\text{Equação 5}]$$

Onde:

CD – volume diário consumido nos dias úteis (L/dia)

AI – área impermeável, incluindo passarelas, quadras, etc. (m²);

AP – área permeável (m²);

NSA – número de salas de aula; e,

Temp – temperatura máxima diária (°C).

Na Figura 4.10 são apresentados os valores medidos da variável resposta (CD) e os previstos pelo modelo para cada observação.

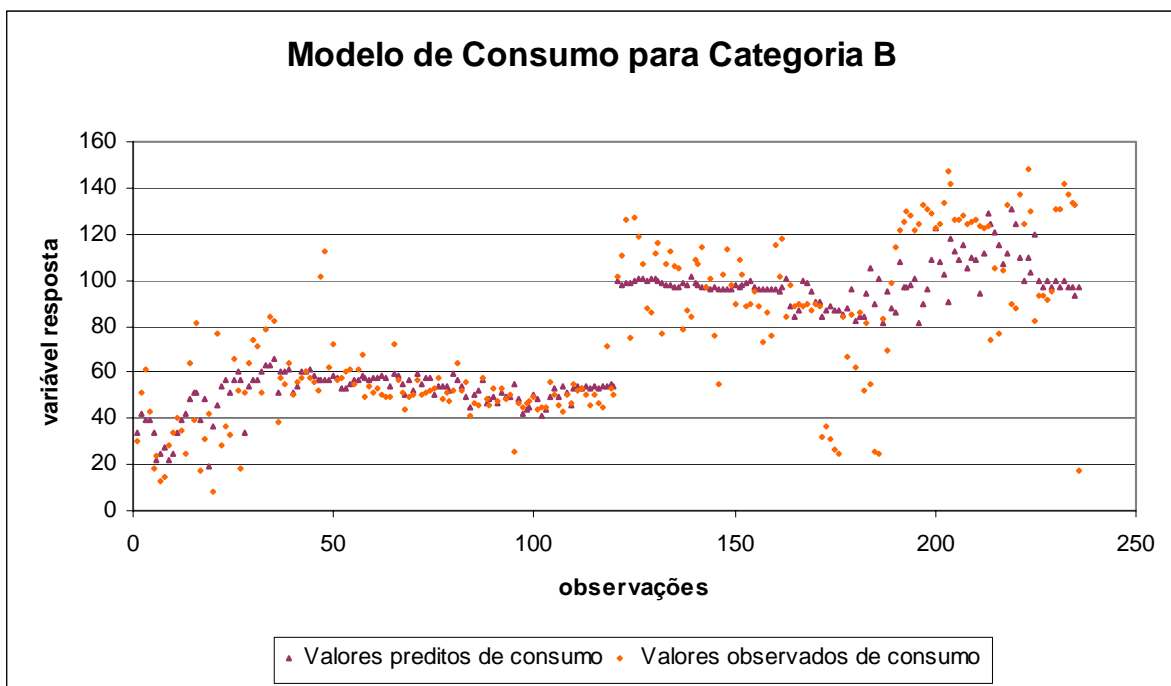


Figura 4.10: Valor previsto e medido da variável resposta – **CATEGORIA B**.

Da análise da figura anterior, verifica-se que os valores obtidos com o emprego do modelo proposto são bastante próximos dos valores medidos, evidenciando a aderência do mesmo aos dados.

4.6.2.1 Aplicação numérica do modelo proposto para a CATEGORIA B

Para a aplicação do modelo proposto para a categoria B foram considerados os dados de outras escolas da rede municipal de Campinas, os quais se encontram na Tabela 4-7.

Tabela 4-7: Caracterização das escolas utilizadas na aplicação numérica do modelo proposto – **CATEGORIA B**.

Escola	Área permeável (m²)	Área impermeável (m²)	Nº salas de aula
EMEF/SUPLETIVO 58	1901,0	1738,0	6
EMEF/SUPLETIVO 69	1809,0	1891,0	7

A Tabela 4-8 apresenta os resultados obtidos pela aplicação do modelo proposto. De maneira similar à aplicação numérica feita com o modelo proposto para a categoria A, considerou-se como temperatura máxima 27°C.

Tabela 4-8: Consumo determinado pela aplicação do modelo.

Escola	Consumo^(*) (m³/mês)
EMEF/SUPLETIVO 58	30,66
EMEF/SUPLETIVO 69	213,73

^(*) considerando-se uma temperatura máxima diária de 27°C.

A Figura 4.11 apresenta variação do consumo com a temperatura máxima diária, mantidas as demais grandezas constantes, obtida a partir da aplicação do modelo proposto para as escolas consideradas.

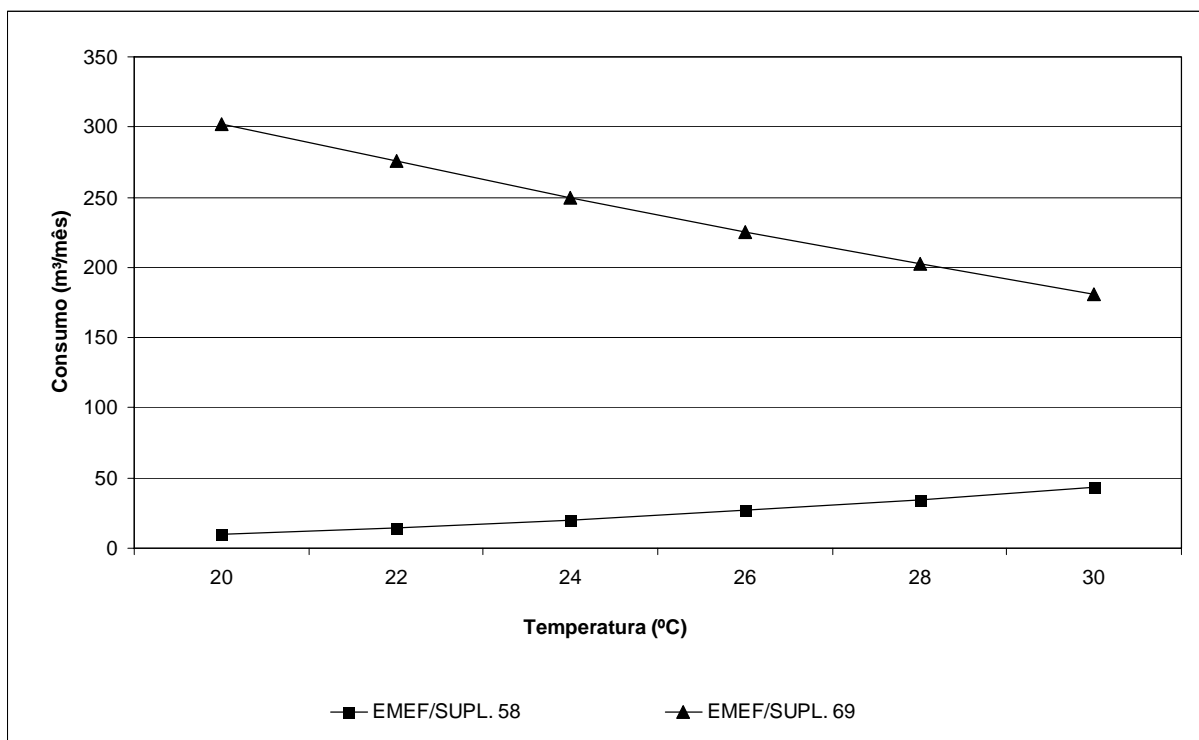


Figura 4.11: Variação do consumo diário em função da variação da temperatura máxima diária – **CATEGORIA B**.

A análise da Figura 4.11, indica um comportamento diferenciado do consumo em função do aumento da temperatura para as duas escolas selecionadas. No modelo gerado, as variáveis compostas, obtidas pela associação da temperatura com o número de salas de aula e com as áreas, identificam a existência de uma faixa de valores para cada variável explicativa, onde a variável resposta pode apresentar um determinado tipo de comportamento.

Verifica-se que para uma das escolas o consumo aumenta quando se eleva a temperatura e na outra acontece o contrário: quando a temperatura diminui, o consumo aumenta. Os resultados obtidos indicam que provavelmente a quantidade de salas de aula é o fator determinante do consumo, já que se trata de uma variável com um alto coeficiente.

Nota-se que o CV do consumo em função do acréscimo de temperatura da EMEF/SUPLETIVO 58 é 46,5%, enquanto que da EMEF/SUPLETIVO 69 é de 17,4%. Ou seja, a escola com menores áreas e número de salas de aula apresentou um CV maior que a escola com áreas e número de salas de aula maiores.

Por fim, conforme comentado anteriormente, ressalta-se que o modelo foi gerado a partir de dados de apenas quatro escolas, o que o torna menos abrangente. Ainda assim, vale reiterar que no ajuste do modelo não se notou quaisquer configurações que revelassem heterocedasticidade (falta de homogeneidade dos resíduos) ou alguma associação entre os resíduos e os valores preditos, o que indica que a suposição de homocedasticidade não foi violada.

As expressões apresentadas para a estimativa do consumo nas duas categorias constantes nos itens anteriores não contemplam o impacto de ações que visem a redução do consumo de água.

Estudos que vêm sendo desenvolvidos, conforme destacado na revisão bibliográfica, evidenciam que o consumo pode ser significativamente reduzido com ações tecnológicas (instalação de componentes economizadores) e de sensibilização dos usuários para o uso racional da água. Assim, a partir da estimativa do consumo e dos índices relacionados com o consumo de água, pode-se estimar o potencial de redução.

5. CONCLUSÕES

A investigação em campo realizada no conjunto de trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores do LEPSIS/DAC-FEC-UNICAMP nas escolas municipais de Campinas, do qual faz parte esta tese, confirmou uma realidade já descrita na bibliografia por diferentes autores, relacionada com o grande índice de patologias nos sistemas prediais hidráulicos sanitários de edificações escolares.

O desperdício de água ocorre tanto por vazamentos, provocados pela baixa qualidade dos materiais e da execução, como também pela baixa percepção dos usuários para o uso racional de água. Não existem rotinas de manutenção e muitas escolas sofrem vandalismo. Em função disso, considera-se de fundamental importância a implementação de políticas públicas que contemplem tanto ações tecnológicas (conserto de vazamentos, instalação de componentes economizadores, entre outras) como de educação ambiental.

Os resultados obtidos com o monitoramento do consumo efetuado nesse trabalho confirmaram a hipótese formulada sobre a não adequabilidade do emprego apenas do indicador de consumo para a estimativa do volume total de água consumido nas escolas, uma vez que unidades com número similar de alunos apresentaram consumos totais diferenciados.

Além disso, verificou-se que as escolas de determinadas tipologias apresentam indicadores de consumo inferiores aos encontrados na bibliografia, os quais são empregados para o projeto dos componentes do sistema predial de água nessa tipologia de edificação.

De sua vez, os volumes de reservação existentes nas escolas investigadas são bastante inferiores aos obtidos a partir dos dados da bibliografia, os quais toma como base o indicador de consumo e a população atendida. Contudo, não existiram reclamações referentes à falta de água quando da aplicação dos questionários e

realização das entrevistas em campo, o que sugere que estes componentes podem estar superdimensionados. Além do custo dos materiais e da mão-de-obra mais elevados, o superdimensionamento de reservatórios de água potável pode resultar em problemas de contaminação, por conta do maior período de permanência da água em seu interior.

Inicialmente, foi efetuada uma análise de regressão simples entre a idade e o indicador de consumo das escolas investigadas. Conforme esperado, verificou-se que a correlação entre as duas variáveis não é significativa para um grau de significância de 5% ($p = 0,261\%$). Não se dispõe de registros de reformas e manutenções, mas foi verificado em campo que as escolas mais antigas passaram por reformas possuindo, inclusive, um menor número de vazamentos que as escolas mais novas.

Também foi verificado que a correlação entre o valor da conta de água e o indicador de consumo das escolas investigadas não é significativa para um grau de significância de 5% ($p = 0,693\%$). Este resultado já era esperado, tanto porque os usuários dessa tipologia não são responsáveis diretamente pelo pagamento da conta, como é o caso da edificação residencial, e também porque as contas não eram sequer avaliadas pela maioria das diretoras à época da realização do presente trabalho.

A definição das variáveis explicativas do consumo de água em escolas foi efetuada tomando como base estudos anteriores e a avaliação da sua influência na grandeza em estudo por meio de análise de regressão múltipla.

As variáveis explicativas do consumo levantadas em campo e incluídas na análise de regressão foram aquelas relacionadas com:

- as características da edificação (área permeável, área impermeável, número de salas de aula, número de banheiros, existência de horta);
- o padrão de ocupação da edificação (número de alunos, número de funcionários e número de professores por período); e,

- os tipos, quantidades e condição de operação dos aparelhos sanitários.

Os resultados das diferentes etapas da análise de regressão realizada com os dados de consumo de oito escolas da **categoria A** (creches e escolas de ensino infantil) indicaram que a variável preditora (consumo diário de água) deveria sofrer uma transformação. Dentre todas as possibilidades investigadas, a que apresentou melhores resultados foi a raiz quadrada do consumo diário.

Como variáveis significativas para a determinação do consumo de água, além das variáveis temperatura máxima diária (Temp), número de bacias sanitárias com válvula (BS_{VD}) e área impermeável total (AI) consideradas isoladamente, algumas variáveis compostas foram significativas, quais sejam: $AI*BS_{VD}$; $AI*Temp$ e $BS_{VD}*Temp$.

De maneira similar, na **categoria B** (escolas de ensino fundamental), a análise realizada indicou que a raiz quadrada do consumo diário seria a melhor opção para a consideração da variável preditora.

As variáveis explicativas mais significativas foram as seguintes: área impermeável total (AI); área permeável total (AP); número de salas de aula (Nsa) e temperatura, consideradas isoladamente e também as variáveis compostas $AI*Temp$; $AP*Temp$ e $NSa*Temp$. Deve-se destacar que este modelo foi gerado com dados de quatro escolas apenas, assim, os resultados obtidos devem ser utilizados com cautela.

Considera-se que a adoção de expressões tais como as apresentadas neste trabalho sejam mais adequadas para a estimativa do consumo de água, não somente para a tipologia escolar, mas também para outros tipos de edificações. Destaca-se, contudo, que modelos gerados por análise de regressão pressupõem a sua validade somente para a amostra de dados utilizada para a sua formulação. Assim, torna-se necessário verificar a sua aplicabilidade para outras situações.

Além disso, este trabalho teve a preocupação de apresentar uma metodologia que pudesse ser replicada em outros locais, de modo a possibilitar que os resultados

obtidos em diferentes regiões do país sejam comparáveis entre si, tendo em vista as dificuldades em universalizar indicadores de consumo de água e considerando-se a obtenção de resultados consistentes e seguros. Disso decorre a sugestão do desenvolvimento de pesquisas futuras tendo como objetivo a formulação de modelos similares para essa e para outras tipologias de edificações, em outros locais do país, identificando as variáveis determinantes do consumo de água.

Assim, espera-se que os modelos e a metodologia empregada neste trabalho sejam utilizados por outros grupos de pesquisa, de forma que os resultados obtidos em diversas regiões brasileiras sejam comparáveis, expandindo a base de dados disponível para arquitetos e engenheiros de sistemas prediais.

Por fim, para o desenvolvimento de trabalhos futuros sugere-se:

- a formulação de modelos similares aos propostos nesse trabalho em diferentes regiões do país, de forma a levantar expressões adequadas para a estimativa do consumo de água em escolas;
- a formulação de modelos para estimativa do consumo em outras categorias de escolas (ensino médio e superior, por exemplo) e também em outras tipologias de edificações, como uma alternativa ao emprego apenas do indicador de consumo; e,
- a avaliação do impacto de medidas de conservação de água nos valores do consumo diário em escolas.

Espera-se que esta pesquisa contribua para a melhoria da qualidade dos sistemas prediais em escolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional das Águas – **ANA**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 20 mar 2006.

ALITCHKOV, D.; IVANOVA, P. **Systematic Approach for Investigation of Water Demand in Buildings**. In: CIB-W62 Water Supply and Drainage for Buildings, 29., 2003, Turquia. **Proceedings**. Turquia: CIB W62, 2003, p. 447-459.

ARAÚJO, L. S. M. **Avaliação Durante Operação dos Sistemas Hidráulico e Sanitários em Edifícios Escolares**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2004 (Dissertação de Mestrado).

AYRES ASSOCIATES. **The Impact of Water Conserving Plumbing Fixtures on Institutional and Multi-Family Water Use**. Tampa, Florida, EUA, 1993 (Report prepared for: The City of Tampa Water Department Water Conservation Section).

BARRETO, D.; CHICCHI, C. A. **Programa de Economia de Água em Escolas: Desenvolvimento e Implantação da Metodologia e no Setor de Abastecimento de Água na Cidade de Santo André – SP**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, 2001.

BARROS, J.C.G. **Avaliação do Desempenho dos Sistemas Prediais de Aparelhos Sanitários em Edifícios Escolares da Rede Municipal de Campinas**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2004 (Dissertação de Mestrado).

BERENHAUSER, J.C.B.; PULICI, C. **Previsão de Consumo de Água por Tipo de Ocupação do Imóvel**. In: 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Balneário Camboriú, Santa Catarina, 1983. 34 p.

BLEASE, K. **Institucional, Commercial and Industrial Water Audits – The Need for Methods and Results.** Conserv90. 1990.

BRASIL – República Federativa do Brasil. **Lei nº 9795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental e institui a Nova Política Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da União, 28 abr 1999.

BRASIL – República Federativa do Brasil. **Diário Oficial da União.** Decreto de 22 de Março de 2005 sobre a década brasileira de Água. 2005.

BRUNTLAND, G.H. (editor). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development.** Oxford: Oxford University Press. 398 pp. 1987.

BUSSAB, W.O. **Análise de variância e de regressão.** São Paulo, Editora Atual, 1986. 147 p.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Modelagem Dinâmica Espacial.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 2003. Organização de textos. INPE. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/cursos/tutoriais/modelagem>>. Acesso em 11 jan 2006.

CAMPOS, M.A.S. *et al.* **Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial: Aspectos Qualitativos e Quantitativos.** In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 2007. São Carlos, São Paulo, 2007.

Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas – **CEPAGRI/UNICAMP.** Desenvolvido pela equipe do CEPAGRI, 1995 – em andamento. Apresenta dados relacionados com a meteorologia e climatologia. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br>>. Acesso em: 16 ago 2006.

CHENG, C.L.; HONG, Y.T. **Research of Design Principle on Water Utilization of**

Primary School – Case Study in Taipei City. CIB W62 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 2002. Iasi, Romênia, 2002.

CHENG, C.L.; HONG, Y.T. **Evaluating Water Utilization in Primary Schools.** Building and Environment. Vol. 39 – nº 7, p. 837-845. Taipei, Taiwan. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 16 jan 2006.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias.** 5º ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1991. 465 p.

COLLI, G. R. **Análise de Variância: disciplina Estatística Aplicada em Ecologia.** Notas de aula. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia - Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/grcolli/disciplinas/estat/aula05.htm>>. Acesso em: 29 jan 2005.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em Administração – Um Guia Prático para Alunos de Graduação e Pós-Graduação.** 2º ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 348 p.

Conferência Nacional dos Bispos do Brasil – CNBB. **“Fraternidade e Água : Água, Fonte de Vida”.** Texto-base CF-2004 / CNBB. São Paulo: Editora Salesiana, 2004. 153p.

CORREIA, M.L. **A Crise Mundial da Água e o Papel da Cooperação Entre os Países de Língua Oficial Portuguesa na sua Resolução.** 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos países de língua oficial portuguesa – Cabo Verde, Nov de 2003.

DANDY, G.C.; LOUKAS, B.; DAVIES, C.M., **Modelling Residential Water Demand in Adelaide Using Artificial Neural Networks.** Research Report nº R160. School of Civil and Environmental Engineering, University of Adelaide, March, 1998 .

Departamento Municipal de Água e Esgoto do Porto Alegre – DMAE. **Decreto 9369/88.** Adota valores mínimos em litros por dia. Porto Alegre, 1988.

DZIEGIELEWSKI *et al.* **Predictive Models of Water Use: An Analytical Bibliography.** Southern Illinois University Carbondale, Illinois, Estados Unidos. 2002.

ELIAN, S. **Análise de regressão.** São Paulo, USP, 1988. 232p.

FARIA, S.A.; FARIA, R.C. **Cenários e Perspectivas para o Setor de Saneamento e Sua Interface com os Recursos Hídricos.** Revista da engenharia sanitária e ambiental. Vol. 9 – Nº 3 – jul/set, 9p. 2004.

FERNANDES NETO, M. L.; *et al.* **Avaliação da Relevância dos Parâmetros Intervenientes no Consumo *Per Capita* de Água para Municípios de Minas Gerais.** Nota Técnica. Revista da Engenharia sanitária e ambiental. Vol. 9 – Nº2 – abr/jun, 8p. 2004.

FERREIRA, L. **Simulação Hidrológica Utilizando o Modelo Topmodel em Bacias Rurais, Estudo de Caso na Bacia do Ribeirão dos Marins – Seção Monjolinho - SP.** Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2004 (Tese de Doutorado).

GANESAN, C.T. **Wastewater Management of Buildings in Botswana.** In: CIB W62 - International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 1998. Roterdã, Holanda. 1998.

GIBBONS, J.D. **Nonparametric Statistical Inference.** 2.ed. New York: Editora McGraw-Hill, 1985. 408 p.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4^o Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, O.M. **Formulação de Modelo para o Estabelecimento de Vazões de Projeto em Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 1986 (Tese de Doutorado).

GONÇALVES, O.M. *et al.* **Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio com Ênfase em Índices de Consumo.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 35-48, jul./set. 2005a. Disponível em: [www. antac.org.br/ambienteconstruido](http://www.antac.org.br/ambienteconstruido) (acesso em 10 mar 2006).

GONÇALVES, O.M. *et al.* **Indicadores de Uso Racional para Escolas de Ensino Fundamental e Médio com Ênfase em Índices de Consumo.** Relatório Final do CT-HIDRO. 2005b. Disponível em: <http://ct-hidro.pcc.usp.br/>. Acesso em 15 março 2006.

GONÇALVES, O.M. *et al.* **Patologias dos Sistemas Prediais de Água Fria em Escolas Municipais de Campinas.** In: VIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção - COMPAT 2005. Montevideú, Paraguai, 2005c.

GONÇALVES, R.F. *et al.* **Uso Racional da Água em Edificações – Projeto PROSAB.** 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Sermograf Artes Gráficas e Editora, 2006. 352 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Base de Informações por Setor Censitário – Censo Demográfico 2000 – Resultados do Universo.** Rio de Janeiro, 2002 (CD-ROM).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico - 2004.** Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em: mar 2006.

IVANOVA, P.; ALITCHKOV, D. **Investigation of Water Demand in Commercial Buildings.** In: CIB-W62 – 30° International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 2004. Paris, França, 2004.

JACOBS, H.E. **A Conceptual End-Use Model for Residential Water Demand and Return Flow.** Faculty of Engennering at The Rand Afrikaans University. Thesis (Doctor Engineering). 2004.

JACOBS, H.E.; HAARHOFF, J. **Application of a Residential End – Use Model for Estimating Cold and Hot Water Demand, Wastewater Flow and Salinity.** Water S.A.,

Vol. 30 Nº 3. Jul 2004.

LEURS, K.; CARRIKER, R.; MARELLA, R. “**Analysis of Residential Demand of Water in the St. Jonhs River Water Management District**”. Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida. Ago de 1981.

MACINTYRE, A.J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 3º ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996. 739 p.

MARTINS, R., FORTUNATO, A. **Residential Water Demand Under Block Rates – A Portuguese Case Study**. Grupo de Estudos Monetários e Financeiros - GEMF, n.º 9, 2005. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Portugal, 2005.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 2004 (Dissertação de Mestrado).

MELO, V.O.; NETTO, J.M.A. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias**. 1º ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1988. 185 p.

MENDES, C.F; SCHMITT, C.M. **O Uso da Água e a Pré-Implantação de um Programa de Uso Racional de Água no Anel Viário do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 2007. São Carlos, São Paulo, 2007.

Ministério do Meio Ambiente – **MMA**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 28 mai 2006.

NUNES, S.S. *et al.* **Patologias dos Sistemas Hidráulicos Prediais e o Consumo de Água Fria no Edifício da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp**. CONPAT, 1999. Montevideú, Uruguai, 1999.

NUNES, S.S. **Estudo da Conservação de Água em Edifícios Localizados no Campus da Universidade Estadual de Campinas.** Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2000 (Dissertação de Mestrado).

OGLIARI, P. J. **Análise de regressão.** Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~ogliari/cursoderegressao.html>>. Acesso em: 11 jan 2006.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifício.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 1999 (Tese de Doutorado).

ONGSBRASIL. **Fórum Brasileiro de Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento.** “Brasil 2002 – Plataforma política - A sustentabilidade que queremos”. Disponível em: <<http://www.ongsbrasil.org.br>>. Acesso: ago 2002.

PAULA, H.M. **Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva na Cidade de Goiânia: Avaliação da Qualidade da Água em Função do Tempo de Detenção no Reservatório.** Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás (EEC/UFG), Goiânia, Goiás, 2005. (Dissertação de Mestrado).

PEDROSO, L. P. **Subsídios para a Implementação de Sistemas de Manutenção em Campus Universitário, com Ênfase em Conservação de Água.** Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP), Campinas, São Paulo, 2002. (Dissertação de Mestrado).

PEDROSO *et al.* **Considerações Sobre o Comportamento do Consumo de Água em Escolas – Estudo de Caso da Rede Municipal de Ensino de Campinas.** In: IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 2005. Goiânia, Goiás, 2005.

PEDROSO *et al.* **Análise do Perfil de Abastecimento de Água em Edificações**

Escolares Públicas. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006. Florianópolis, Santa Catarina, 2006.

Pedroso *et al.* **Estudo das Variáveis Intervenientes no Consumo de Água em Escolas: O Caso das Unidades Municipais de Campinas, São Paulo.** In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 2007. São Carlos, São Paulo, 2007.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.** Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em 16 jun 2006.

Programa de Conservação de Água da UNICAMP – **PRO-ÁGUA.** Desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, 1999-em andamento. Apresenta objetivos e etapas do programa. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~milha>>. Acesso em 10 maio 2006.

Programa de Uso Racional da Água da USP – **PURA-USP.** Desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995 – em andamento. Apresenta objetivos e etapas do programa. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/pesquisa/purausp>>. Acesso em 13 maio 2006.

Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – **PNCDA.** Apresenta os Documentos Técnicos de Apoio. Disponível em: <<http://www.pncda.gov.br/documen1.htm>>. Acesso em 05 abr. 2006.

SABESP. **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br>. Acesso em 20 mar 2006.

SANASA. **Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.** Disponível em: <<http://www.sanasa.com.br>>. Acesso em 20 mar 2006.

SANTOS, D.C.; FROEHNER, S. **Qualidade da Água Pluvial e da Água Cinza nas**

Edificações: Estudo Comparativo. In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 2007. São Carlos, São Paulo, 2007.

SÃO CAMILO. **Programa Gota D'Água.** Desenvolvido pela São Camilo, 2001 – em andamento. Apresenta o programa e seus objetivos, bem como as ações desenvolvidas pela equipe de trabalho Disponível em: <http://www.saocamilo-es.com.br>. Acesso em 10 abr 2006.

SÃO PAULO. **Decreto nº 45.805**, de 15 de maio de 2001. Institui o programa estadual do uso racional da água potável e das providências correlatas. São Paulo, 16p.

SÃO PAULO. **Lei nº. 14.018**, de 28 de junho de 2005. Institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações e dá outras providências. 2005.

SAUTCHUK, C. *et al.* **Conservação e Reúso da Água em Edificações.** São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br>. Acesso em: jun 2006.

SCHERER, F.A. **Uso Racional de Água em Escolas Públicas: Diretrizes para Secretarias de Educação.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 2003 (Dissertação de Mestrado).

SCHNEIDERMAN, B; COSTA NETO, P. L. O. **Estatística - Tabelas matemáticas e estatísticas.** São Paulo: Escola de Engenharia Mauá, 1979.

SILVA, G. S. **Programas Permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitários: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 2004 (Dissertação de Mestrado).

SILVA, V.G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

(EP/USP). São Paulo, São Paulo, 2003 (Tese de Doutorado).

STYLES, M. KEATHING, T. **Water Efficient School**: Chesswood Middle School Project. Worthing: Southern Water, October 2000. 12p. (Final Project Report)

TAMADA T. *et al* . **Water Demand Forecasting by Memory Based Learning**. Journal of Water Science and Technology, 28 (11), 1993, pp.133-140.

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos**. 1º ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000. 250 p.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para a “Visão Mundial da Água”**. Revista da Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 5 – nº 3, 2000. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br>>. Acesso em jan 2006.

Universidade Federal da Bahia – **UFBA**. Desenvolvido pela equipe do programa. Apresenta dados de consumo das unidades cadastradas na UFBA. Disponível em: <<http://teclim.ufba.br/aguapura>>. Acesso em jul 2006.

Universidade Federal de São Carlos – **UFSCar**. Desenvolvido pela equipe do programa. Apresenta as atividades realizadas no Programa Racionalização do Uso da Água na UFSCar - PRUA-UFSCar. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/progrsa>>. Acesso em jul 2006.

UNESCO. **Water – A Shared Responsibility. The United Nations World Water Development Report 2**. Março de 2006. Disponível em: www.unesco.org/water/wwap/wwdr2. Acesso em out 2006.

VIMIEIRO, G.V. **Educação Ambiental e Emprego de Equipamentos Economizadores na Redução do Consumo de Água em Residências de Famílias**

de Baixa Renda e em uma Escola de Ensino Fundamental. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005 (Dissertação de Mestrado).

WERNECK, G.A.M. **Sistemas de Utilização da Água de Chuva nas Edificações: O Estudo de Caso da Aplicação em Escola de Barra do Piraí, RJ.** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006 (Dissertação de Mestrado).

WILSON, C. **Schools Water Efficiency and Awareness Project.** Biennial Conference, Water Institute of South Africa (WISA) Cape Town, South África, 2004. Disponível em: <<http://www.wrc.org.za>>. Acesso em: jan 2006.

WUNG, T.C.; LIN, S.H.; HUANG, S.M. **Rainwater Reuse Supply and Demand Response in Urban Elementary School of Different Districts in Taipei.** Resources, Conservation and Recycling. Vol 46, p. 149-167. Taipei, Taiwan. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 14 mai 2006.

YIN, R.K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos.** 3^o ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

YOSHIDA, O.S.; et al. **Parametrização de Consumo de Água por Atividade Econômica.** 20^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.



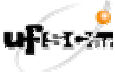

YWASHIMA, L.A. **Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidade Econômica da Instalação de Tecnologias Economizadoras nos Pontos de Consumo.** Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2005 (Dissertação de Mestrado).

YWASHIMA, L; ILHA, M.S.O.; GRANJA, A.D. **Análise de Sensibilidade para Avaliação da Viabilidade da Instalação de Tecnologias Economizadoras de Água.** In: V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2007. Campinas, São Paulo, 2007.

ZHOU, S.L. *et al.* **Frequency Análisis of Water Consumption for Metropolitan Area of Melbourne.** Journal of Hydrology, vol 247, p 72-84. 2001.

ANEXOS

ANEXO A – EXEMPLO DE QUESTÕES UTILIZADAS NA ENTREVISTA ESTRUTURADA

   	OPINIÃO DO ALUNO B4
Escola: _____ Data: _____	
Função do entrevistado: <input type="checkbox"/> Aluno <input type="checkbox"/> Aluna Série: _____ A quanto tempo estuda na escola? _____ Anos Idade: _____ Horário de entrada: _____ Horário de saída: _____	
1a- Você acha que sai das torneiras do banheiro da escola: <input type="checkbox"/> Muita água <input type="checkbox"/> Boa quantidade de água <input type="checkbox"/> Pouca água <input type="checkbox"/> Sem torneira/não funciona <input type="checkbox"/> Não sei 1b- Você acha que o número de torneiras é: <input type="checkbox"/> Exagerado <input type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Insuficiente <input type="checkbox"/> Não sei 1c- Você acha que as torneiras são: <input type="checkbox"/> Curtas <input type="checkbox"/> Longas <input type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Baixas <input type="checkbox"/> Adequadas <input type="checkbox"/> Não sei 1e- Você trocaria as torneiras por outras? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, por quê? _____	
2a- Você acha que as válvulas de descarga dos vasos sanitários liberam: <input type="checkbox"/> Muita água <input type="checkbox"/> Boa quantidade de água <input type="checkbox"/> Pouca água <input type="checkbox"/> Não sai água <input type="checkbox"/> Não sei 2b- Você acha que o número de vasos sanitários é: <input type="checkbox"/> Exagerado <input type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Insuficiente <input type="checkbox"/> Não sei 2c- Você acha que as válvulas de descarga são: <input type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Adequadas <input type="checkbox"/> Baixas <input type="checkbox"/> Não sei 2e- Por que você não dá descarga? <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Proposital <input type="checkbox"/> Esquecimento <input type="checkbox"/> Por dificuldade <input type="checkbox"/> Sempre dou descarga 2h- Trocaria os vasos sanitários por outros? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, por quê? _____	
3a- Esta escola possui mictórios? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei 3b- Você utiliza o mictório? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não, por quê? _____ 3c- Você acha que sai dos mictórios: <input type="checkbox"/> Muita água <input type="checkbox"/> Boa quantidade de água <input type="checkbox"/> Pouca água <input type="checkbox"/> Não sai água <input type="checkbox"/> Não sei 3d- Você acha que o número de mictórios é: <input type="checkbox"/> Exagerado <input type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Insuficiente <input type="checkbox"/> Não sei 3e- Você acha que os mictórios são: <input type="checkbox"/> Altos <input type="checkbox"/> Baixos <input type="checkbox"/> Grandes <input type="checkbox"/> Pequenos <input type="checkbox"/> Adequados <input type="checkbox"/> Não sei 3f- Por que você não dá descarga no mictório? <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Proposital <input type="checkbox"/> Esquecimento <input type="checkbox"/> Por dificuldade <input type="checkbox"/> Aberto direto <input type="checkbox"/> Abro e fecho o registro 3g- Você trocaria os mictórios por outros? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, por quê? _____	
4a- Você acha que o lavatório é: <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Não sei 4b- Você acha que o vaso sanitário é: <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Não sei	

01/02

Figura A - 1: Questionário – alunos alfabetizados – folha 01/02.

4c- Você acha que o banheiro da escola é:
 Espaçoso Adequado Apertado Não sei

4d- Você acha que o compartimento do vaso sanitário é:
 Espaçoso Adequado Apertado Não sei

5a- Você acha que a distribuição das peças do banheiro é adequada?
 Sim Não, por quê? _____

5b- Você acha que o banheiro é:
 Muito limpo Limpo Razoável Sujo Muito sujo Não sei

5c- Você acha que o banheiro tem cheiro:
 Muito bom Bom Tolerável Ruim Muito ruim Não sei

6a- Quantas vezes você usa o banheiro por dia e usa água (lavatório, vaso sanitário, mictório)?
 Nenhuma 1 2 3 4 Outro, quantos? _____

7a- Você acha que sai das torneiras dos bebedouros:
 Muita água Boa quantidade de água Pouca água Não sai água Não sei

7b- Você acha que o número de torneiras de bebedouros é:
 Exagerado Adequado Insuficiente Não sei

7c- Você acha que as torneiras dos bebedouros são:
 Curtas Longas Altas Baixas Adequadas Não sei

7d- Como você usa a torneira do bebedouro?
 Abre a torneira e só fecha quando termina a atividade
 Só abre quando precisa de água

7e- Você trocaria as torneiras de bebedouros por outras?
 Não Sim, por quê? _____

8a- Já viu algum ponto de consumo de água (torneira) aberto?

	Não	Sim	Sempre	Às vezes	Por que você acha que o ponto ficou aberto?		
					Esquecimento	Quebrada	Proposital
Torneira do lavatório							
Descarga do mictório							
Torneira do bebedouro							
Outro:							

9a- Conhece torneira que economiza água? Não Sim

9b- Você já usou uma torneira que economiza água? Não Sim

9c- Você acha que essa torneira funcionaria para esta escola?
Por quê? _____
 Não Sim

10a- Você conhece vaso com caixa elevada? Não Sim

10b- Você conhece vaso com caixa acoplada? Não Sim

10c- Qual dessas descargas você acha que é a melhor?
 Caixa elevada Caixa acoplada Válvula de descarga Não sei
Por quê? _____

10d- Qual dessas descargas você acha que funcionaria melhor nesta escola?
 Caixa elevada Caixa acoplada Válvula de descarga Não sei
Por quê? _____

11a- Entra insetos nos ambientes:
 Nunca Às vezes C/ freqüência C/ muita freqüência Não sei

11b- Quando chove:
 A escola inunda A água entra pelas janelas A água entra pelas portas
 Tem goteira nos ambientes Não entra água na escola Outro: _____

11c- Você acha que a segurança da escola contra incêndio é:
 Ótima Boa Razoável Precária Péssima Não sei

Comentários: _____

01/02

Figura A - 2: Questionário – alunos alfabetizados – folha 02/02.

**ANEXO B – EXEMPLO DE FORMULÁRIO DE
OBSERVAÇÃO - FICHA CADASTRAL DE
CARACTERIZAÇÃO**


		INDICADORES DE USO RACIONAL PARA ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO COM ÊNFASE EM ÍNDICES DE CONSUMO															
Escola _____		Data _____				Equipe de levantamento _____				Diretora _____				Telefone _____			
Caracterização - EMEF																	
1. Caracterização																	
Período de funcionamento	Horário																
	Matutino																
	Intermediário																
	Vespertino																
	Noturno																
	Férias	Jan	Fev	Mar	Abr	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	X				
	1 mês																
15 dias																	
Coletivas																	
População Fixa	Período	Matutino	Intermediário	Vespertino	Noturno												
	Alunos																
	Funcionários																
	Professores																
	Terceirizados																
	Vigias																
População Flutuante	Período	Matutino	Intermediário	Vespertino	Noturno												
	Pais																
	Visitantes																
2. Edifícios																	
Questionário																	
Quando a escola foi construída ?																	
Existem edificações que não constam no projeto inicial ? Estas possuem projeto?																	
Quando foi a última reforma? Descreva:																	
Resumo																	
Edifício																	
Área construída																	
Ano de construção																	
Núm. salas de aula																	
n. salas de aula/ n.aluno																	
Folha número 01/04																	

Figura B - 1: Ficha de caracterização – folha 01/04.

Caracterização

3. Manutenção

Qual é a incidência de problemas nos SHP (vazamentos, entupimentos, etc)?

raramente ocasionalmente frequentemente

Quem faz a manutenção?

pequenos reparos **1** *grandes reparos* **2** *todos os reparos* **3**
regional escola-tercerizado APM-tercerizado
escola (vigia/zelador) regional-tercerizado APM-zelador

Qual o último vazamento que ocorreu? Em que local?

Qual o tipo de aparelho que apresenta mais vazamento/patologia?

Outros comentários

4. Hábitos de consumo

As edificações são utilizadas nos finais de semana ?

Sim Não

E com que frequência

raramente ocasionalmente frequentemente

Para qual finalidade?

Figura B - 2: Ficha de caracterização – folha 02/04.

Caracterização

4. Hábitos de consumo

Como é feita a limpeza dos pisos dos banheiros?

Balde e pano 1 Balde 2 Mangueira 3 Outros
 diariamente 3x/semana semanalmente _____
 quizenalmente mesalmente anualmente _____

Como é feita a limpeza do(s) piso(s) da(s) cozinha(s)?

Balde e pano 1 Balde 2 Mangueira 3 Outros
 diariamente 3x/semana semanalmente _____
 quizenalmente mesalmente anualmente _____

Como é feita a limpeza do(s) piso(s) internos(s)?

Balde e pano 1 Balde 2 Mangueira 3 Outros
 diariamente 3x/semana semanalmente _____
 quizenalmente mesalmente anualmente _____

Como é feita a limpeza do(s) piso(s) externo(s)?

Balde e pano 1 Balde 2 Mangueira 3 Outros
 diariamente 3x/semana semanalmente _____
 quizenalmente mesalmente anualmente _____

Como é realizada a rega dos jardins e áreas verdes?

Regador/balde Mangueira Outros Especifique _____
 1 dia /semana 2-3 dias/semana 4-5 dias/semana _____
 quizenalmente mensalmente espera a chuva _____

Observações

Figura B - 3: Ficha de caracterização – folha 03/04.



Caracterização

5. Atividades relacionadas com consumo de água

Atividade	Quant.	Horários	Observações
Café			
Lanche			
Almoço			
Lanche			
Jantar			

6. Observações

Figura B - 4: Ficha de caracterização – folha 04/04.

**ANEXO C – EXEMPLO DE FORMULÁRIO DE
OBSERVAÇÃO - FICHA CADASTRAL DE APARELHOS
SANITÁRIOS**

Bacias Sanitárias



Escola número _____ Nome do Ambiente _____ Número do Ambiente _____

Item		Bacias Sanitárias com Válvula de Descarga Número									
Louça											
Marca	Celite										
	Deca										
	Icasa										
	Ideal Standard										
	Incepa										
	Marcovan										
	Desconhecida										
Tipo	Infantil										
	Adulto										
Argola	Ceu aberto										
	Número de furos										
Jato	Existente										
	Inexistente										
Estado de Conservação	Satisfatório										
	Trincado/Rachado										
	Quebrado										
	Manchado										
	Removido										
Fixação	Adequada										
	Fora de prumo										
	Solta										
	S/vedação na base										
Fixação Tipo	Parafusada										
	Cimentada										
Assento	Satisfatório										
	Danificado										
	Solto										
	Inexistente										
Observações											

Folha número 01/03

Figura C - 1: Ficha cadastral da Bacia Sanitária – folha 01/03.

Bacias Sanitárias



Item		Bacias Sanitárias com Válvula de Descarga Número									
Louça											
Tubo de Alimentação	Satisfatório										
	Fora de prumo-ascendente										
	Fora de prumo-descendente										
	Borracha -danificada										
	Borracha -inexistente										
	Inexistente										
Condição de Operação	Satisfatória										
	Número de filetes (teste da caneta)										
	Número de filetes visíveis										
	Entupida										
	Vazando na base										
	Vazando no tubo de alim. -parede										
	Vazando no tubo de alim. -meio										
	Vazando no tubo de alim. -bacia										
	Fora de uso										
	Removida										
Observações											

Figura C - 2: Ficha cadastral da Bacia Sanitária – folha 02/03.

Bacias Sanitárias



Item		Bacias Sanitárias com Válvula de Descarga Número									
Válvula de descarga											
Marca	Deca circular										
	Deca retangular										
	Deca nova										
	Docol										
	Fabrimar										
	Oriente										
	Primor										
	Lorezetti										
	Marca desconhecida										
Condição de Operação	Satisfatória										
	Danificada										
	Vaza quando acionada										
	Parede manchada										
	Parede úmida										
	Sem canopla										
	Problema na mola										
	Sem o botão de acionamento										
	Falta pressão na rede										
	Fora de uso										
	Removida										
Vazão	C/ + de 3 repingos (>=3mm) (S/N)										
	Limp. ineficiente par. Louça (S/N)										
	Sifonagem incompleta (S/N)										
Caract.	Altura do fecho hidrico (cm)										
Aliment.	Direto da rua										
	Caixa d'água										
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; min-height: 60px;"> Observações </div>											

Folha número 03/03

Figura C - 3: Ficha cadastral da Bacia Sanitária – folha 03/03.

Chuveiros



Escola número _____ Nome do Ambiente _____ Número do Ambiente _____

Item		Chuveiro - Número				
Chuveiro						
Tipo	Elétrico					
	Ducha					
Potência						
Marca	Fame					
	Lorenzetti					
	Desconhecida					
Tubo de Alimentação de Água						
Fixação	Adequado					
	Fora de prumo					
	Solto					
	s/ acabamento junto a parede					
Cond. de Operação	Satisfatória					
	Vazando junto a parede					
	Quebrado					
	Corroído					
	Removida					
Registros de Pressão						
Tipo	único					
	com misturador					
Marca	Desconhecida					
Estado	Fechado					
	Mal fechado					
	Aberto					
	Em desuso					
Condição de Operação	Satisfatória					
	Gotejamento lento (40 gotas/min)					
	Gotejam. médio (40-80 gotas/min)					
	Gotejam.rápido (80-120 gotas/min)					
	Filete (2 mm)					
	Filete (4 mm)					
	Medidor (litros/dia) em 5 seg.					
	Vaza no registro qd aberto					
	Gira em falso (não fecha)					
	S/ canopla					
Removida						
Alimentação	Direto da rua					
	Caixa d'água					

Folha número 01/01

Figura C - 4: Ficha cadastral do Chuveiro – folha 01/01.

**ANEXO D – PERFIS DE ABASTECIMENTO HORÁRIO
DAS ESCOLAS MONITORADAS**

CEMEI 31

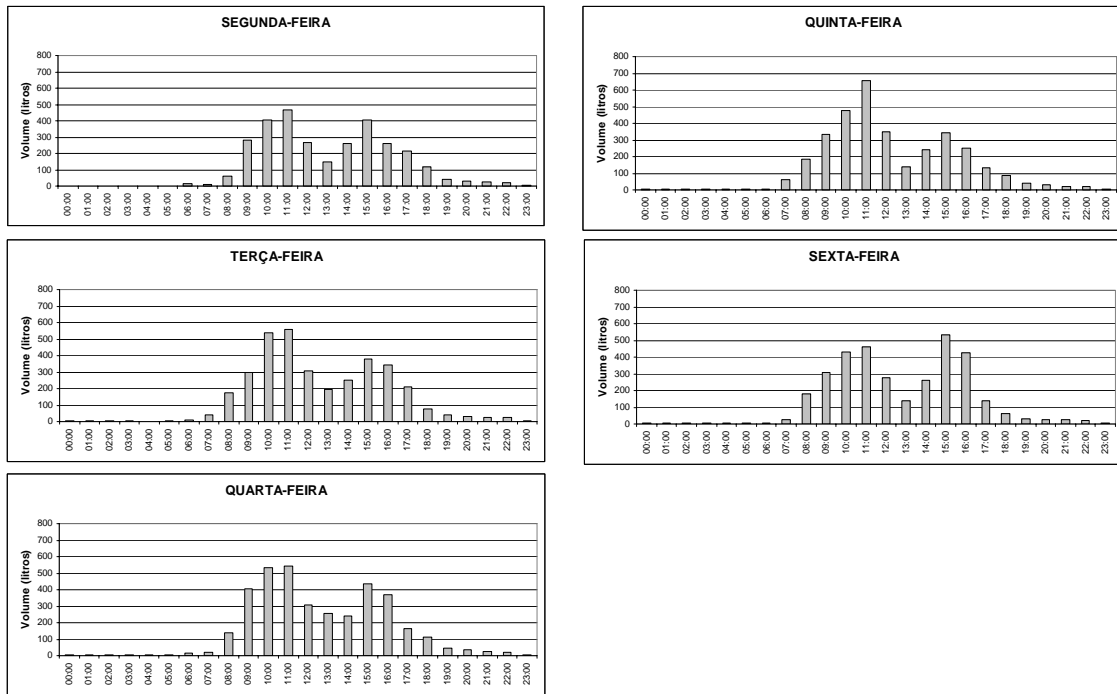


Figura D.1: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de fevereiro de 2004.

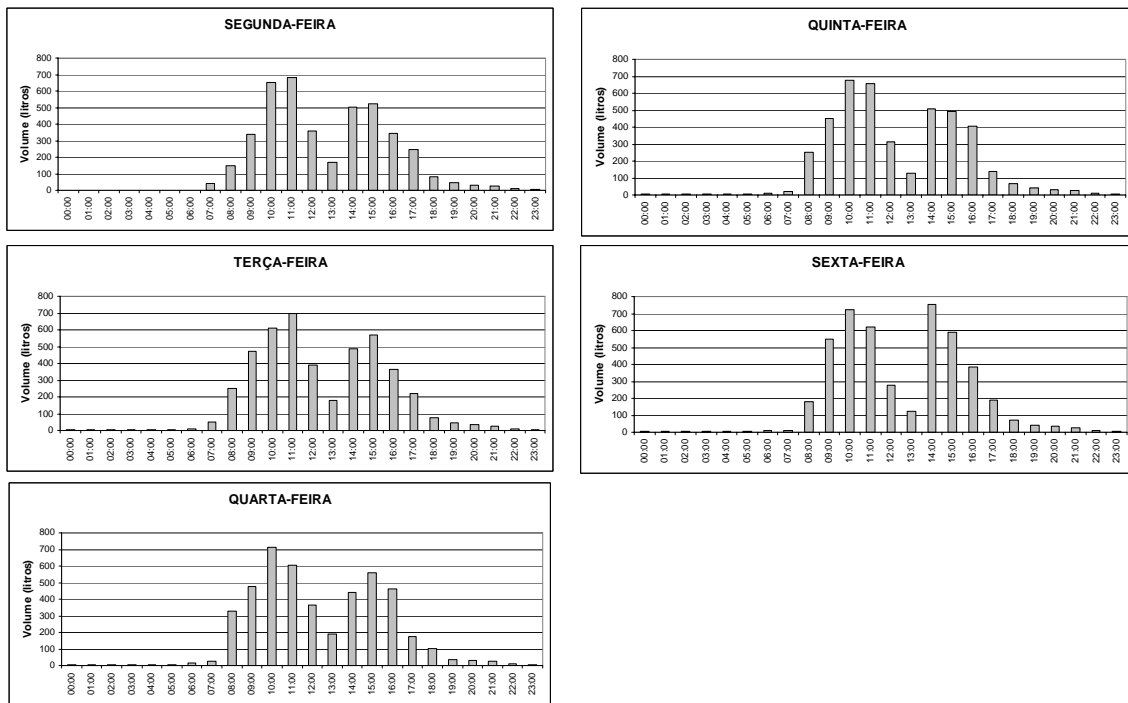


Figura D.2: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de março de 2004.

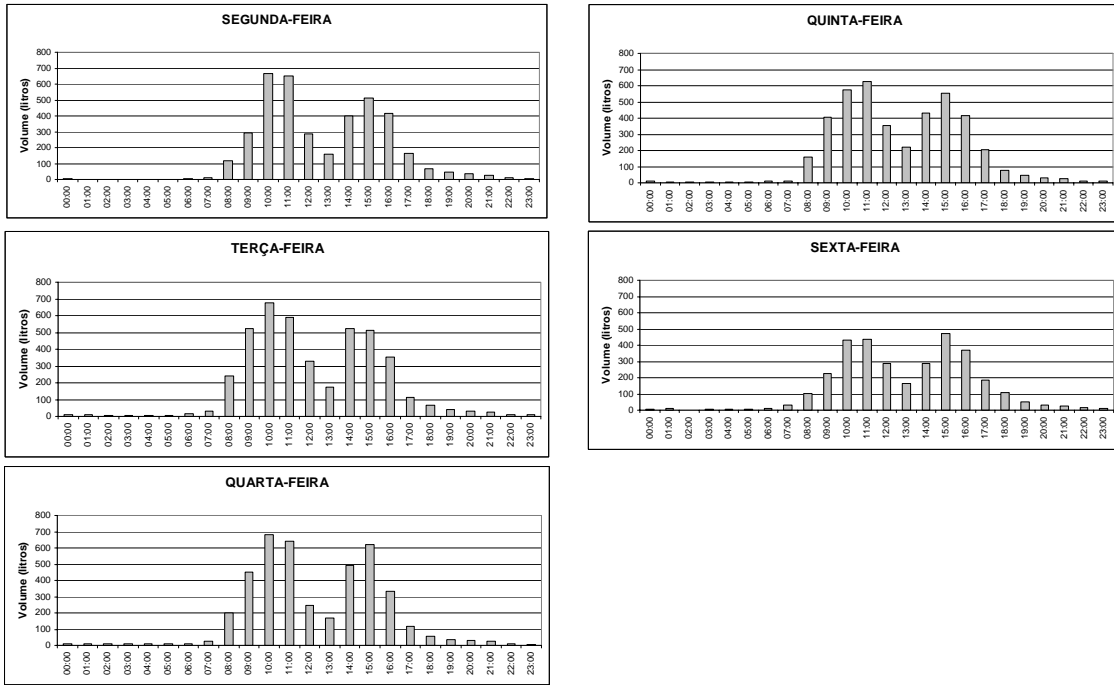


Figura D.3: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de abril de 2004.

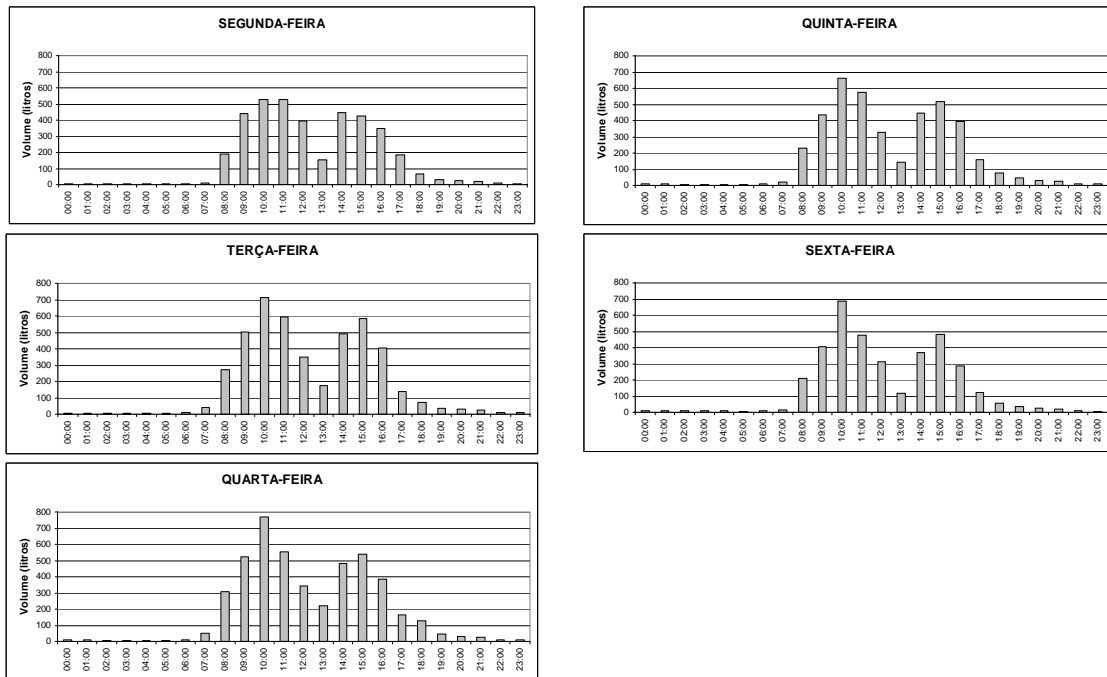


Figura D.4: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de maio de 2004.

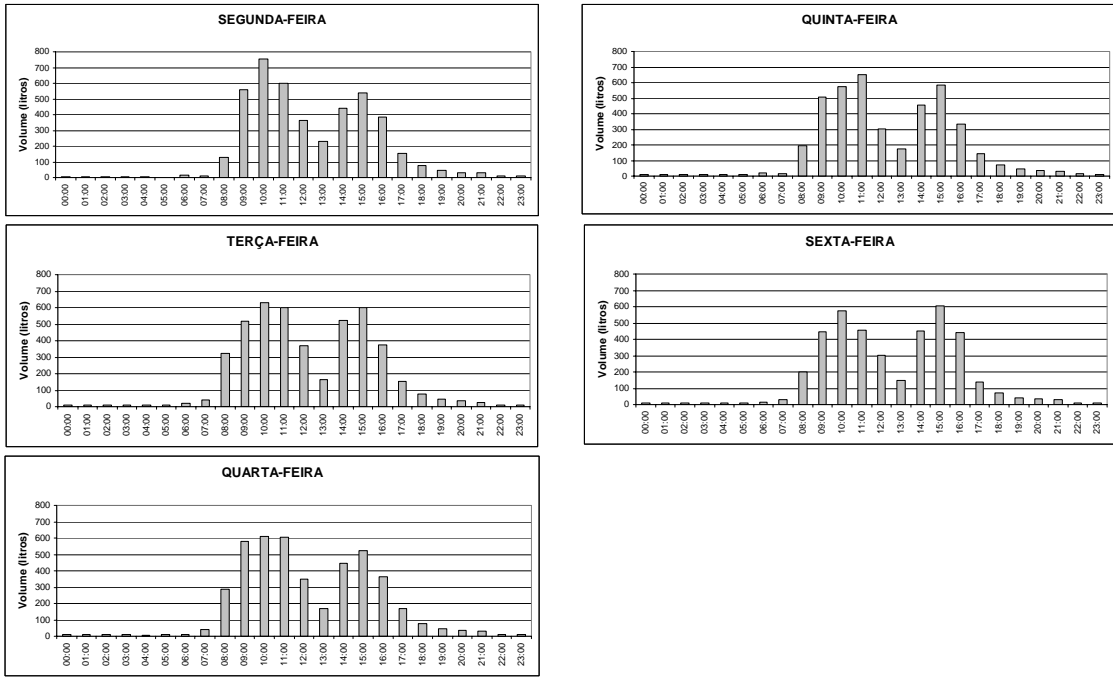


Figura D.5: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de junho de 2004.

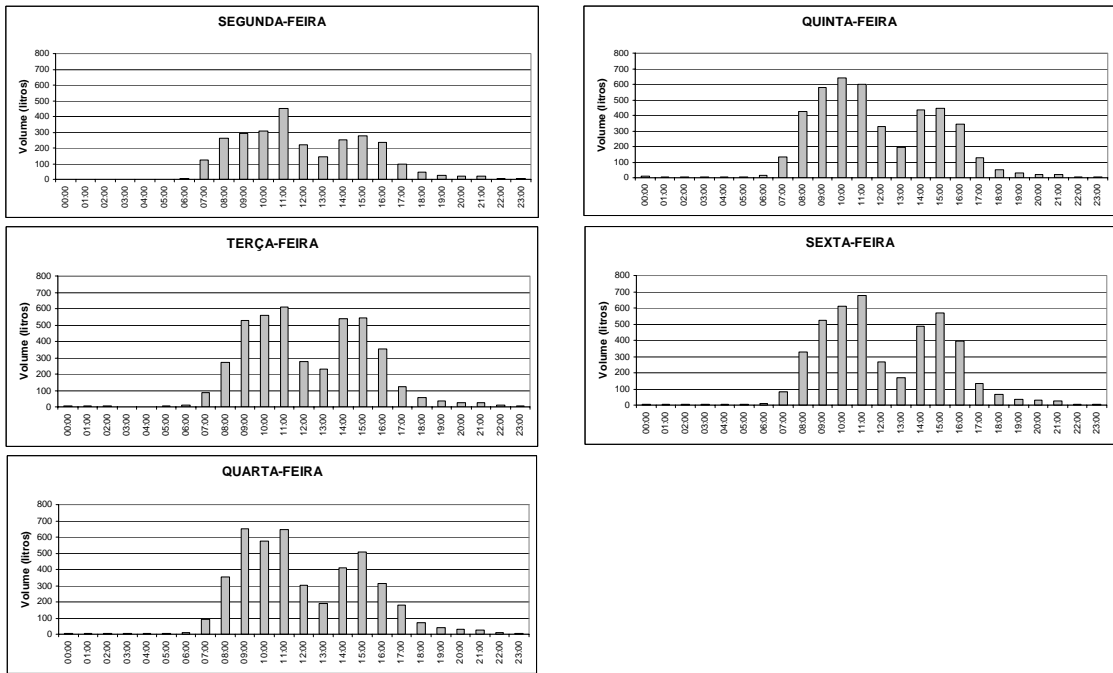


Figura D.6: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de julho de 2004.

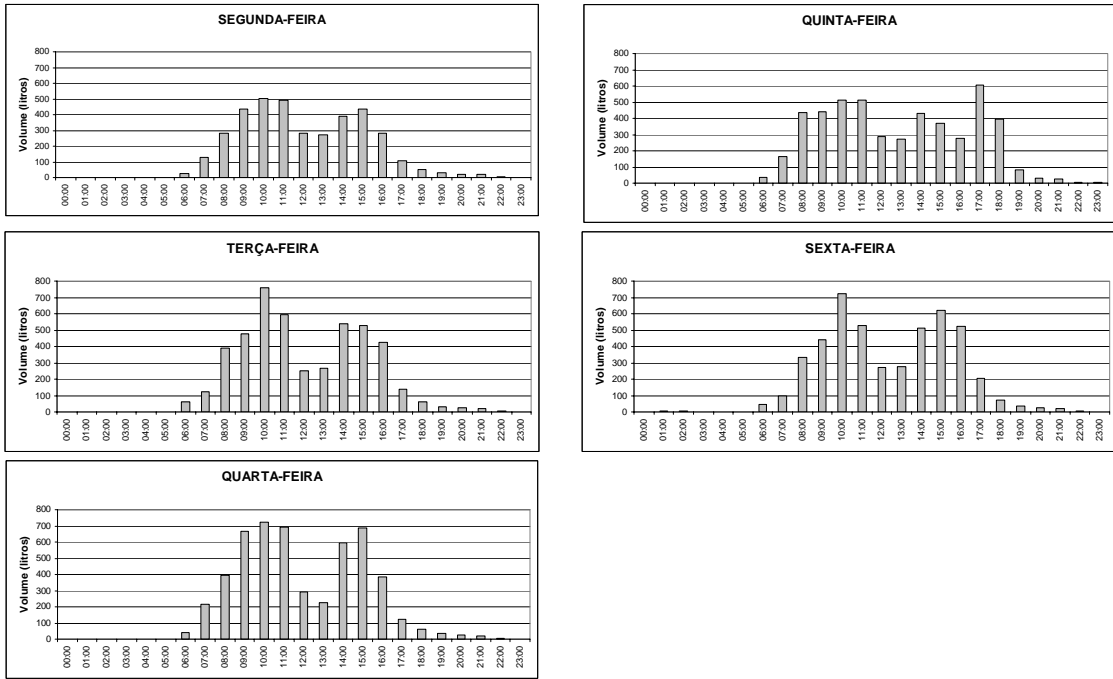


Figura D.7: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de agosto de 2004.

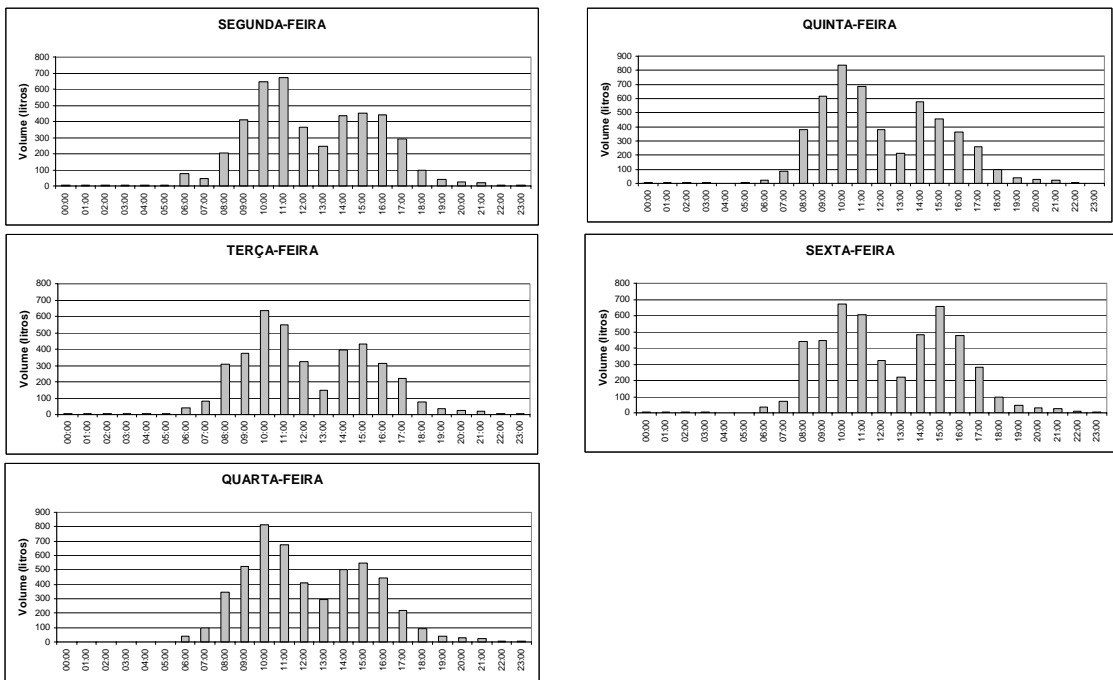


Figura D.8: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de setembro de 2004.

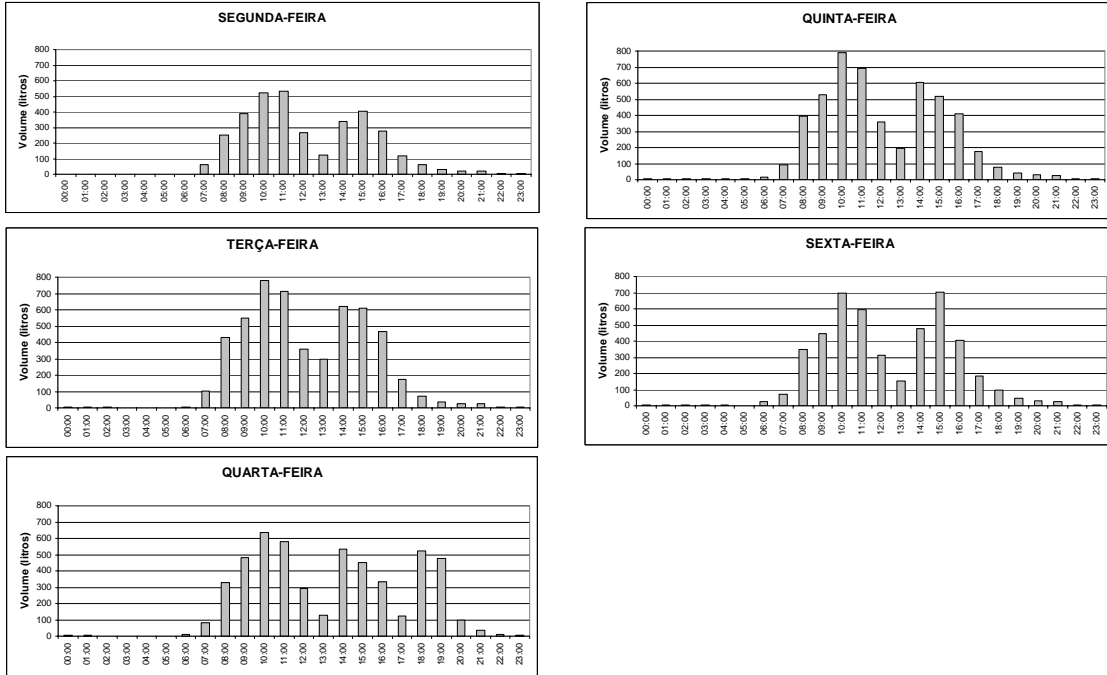


Figura D.9: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de Outubro de 2004.

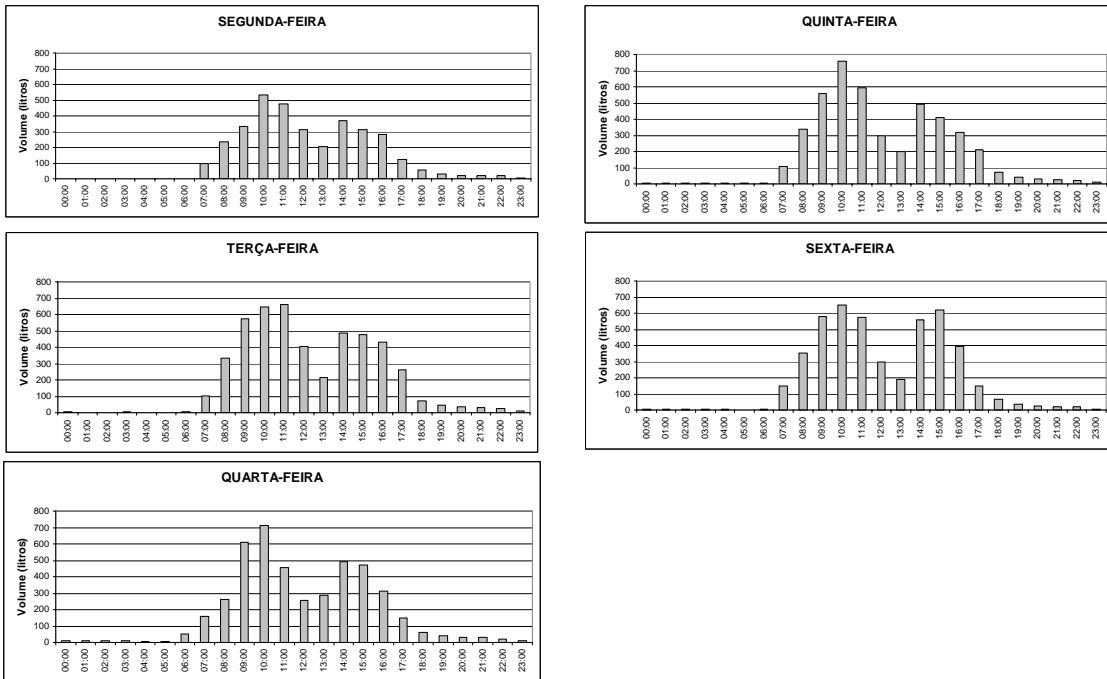


Figura D.10: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 31, no mês de novembro de 2004.

CEMEI 44

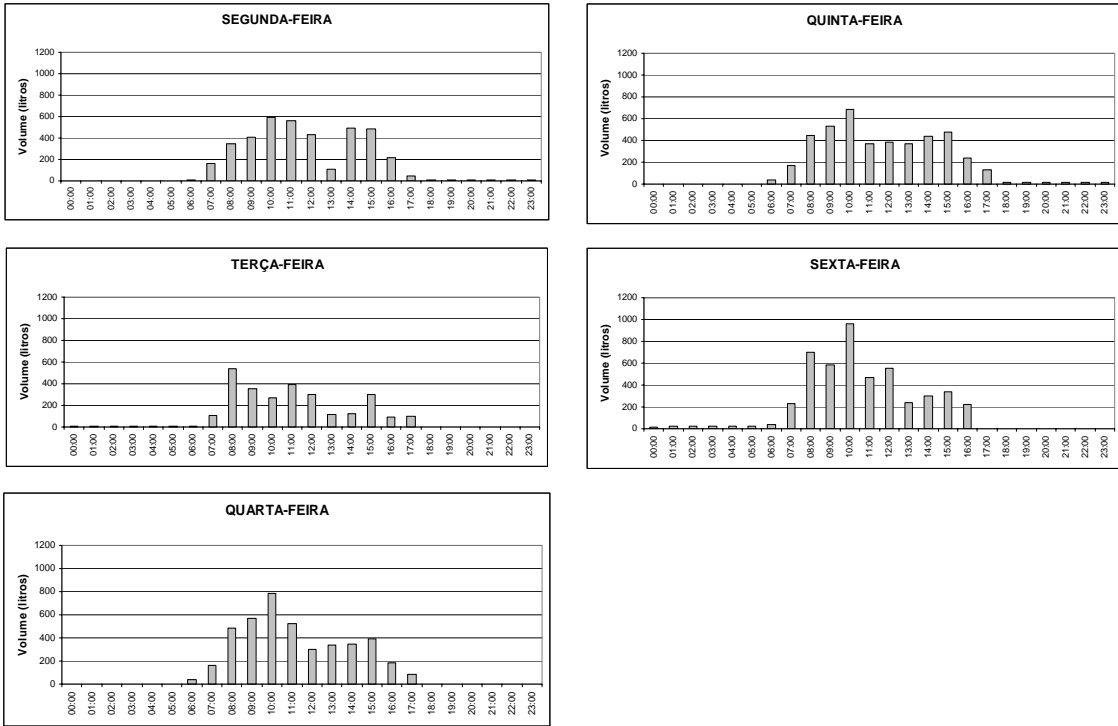


Figura D.11: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de fevereiro de 2004.

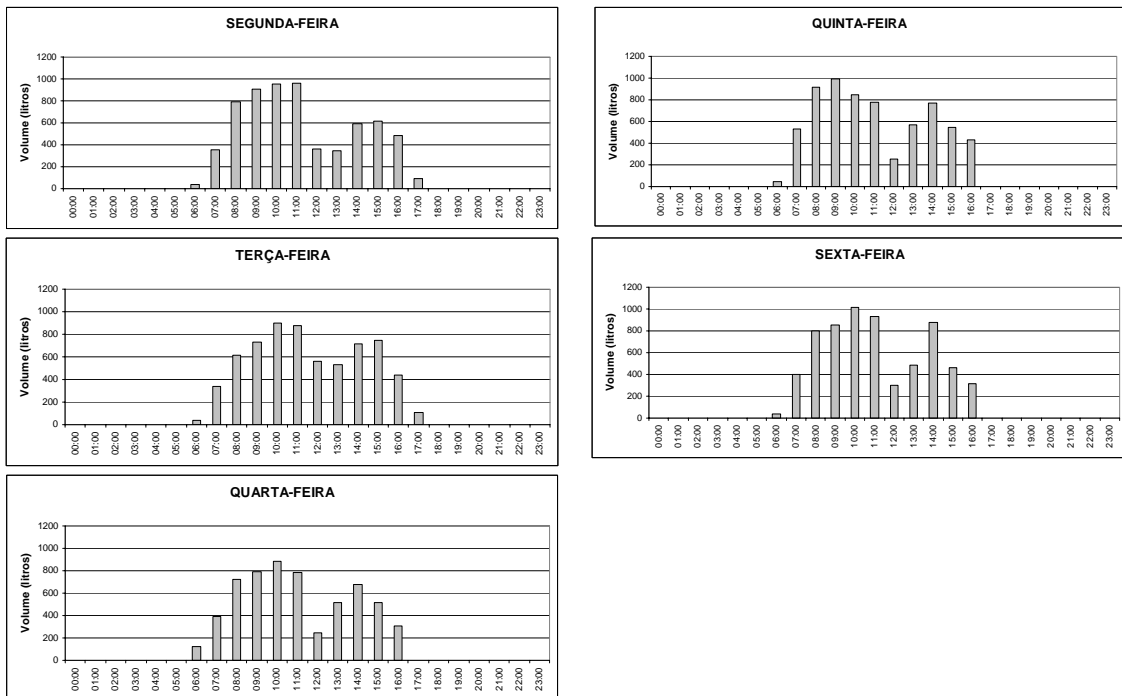


Figura D.12: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de março de 2004.

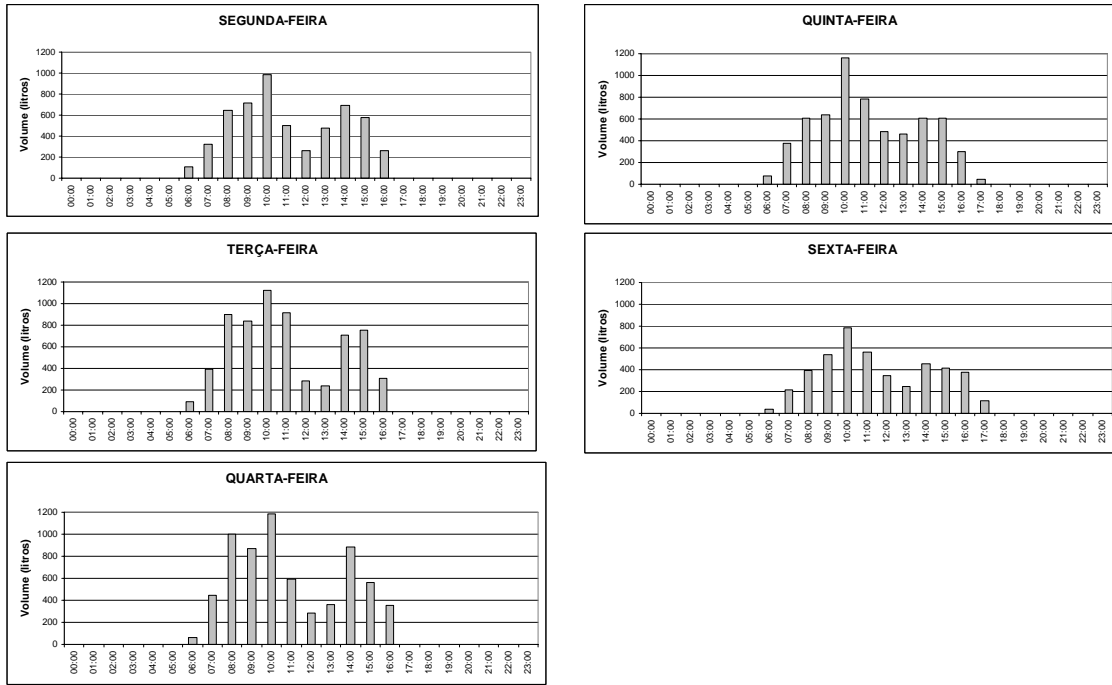


Figura D.13: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de abril de 2004.

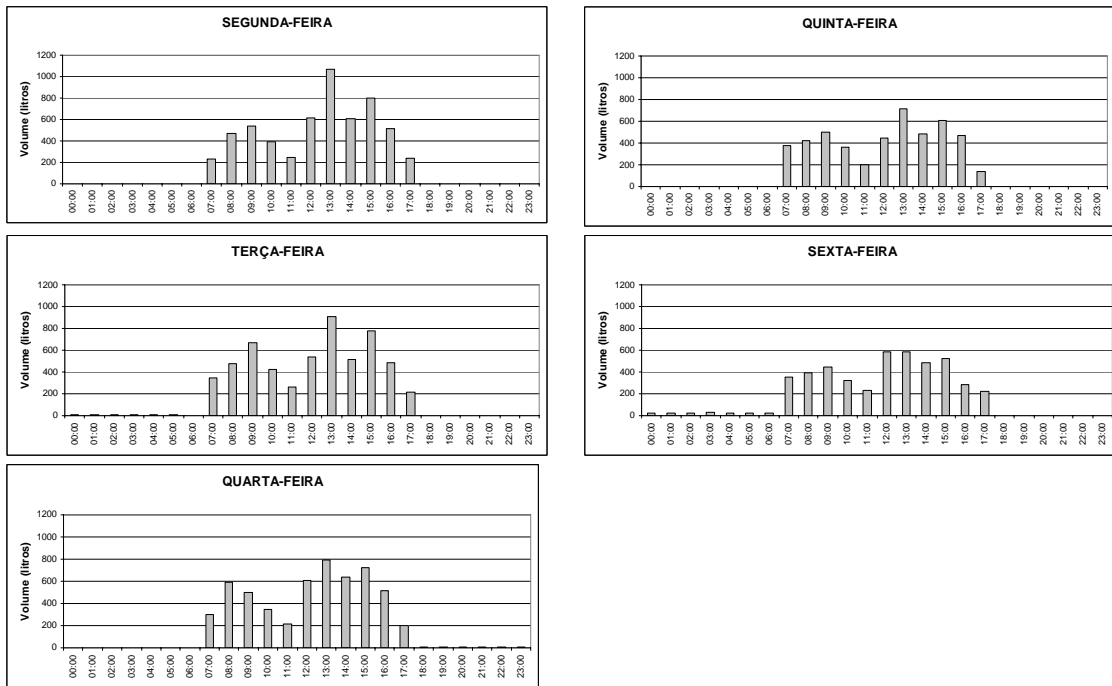


Figura D.14: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de maio de 2004.

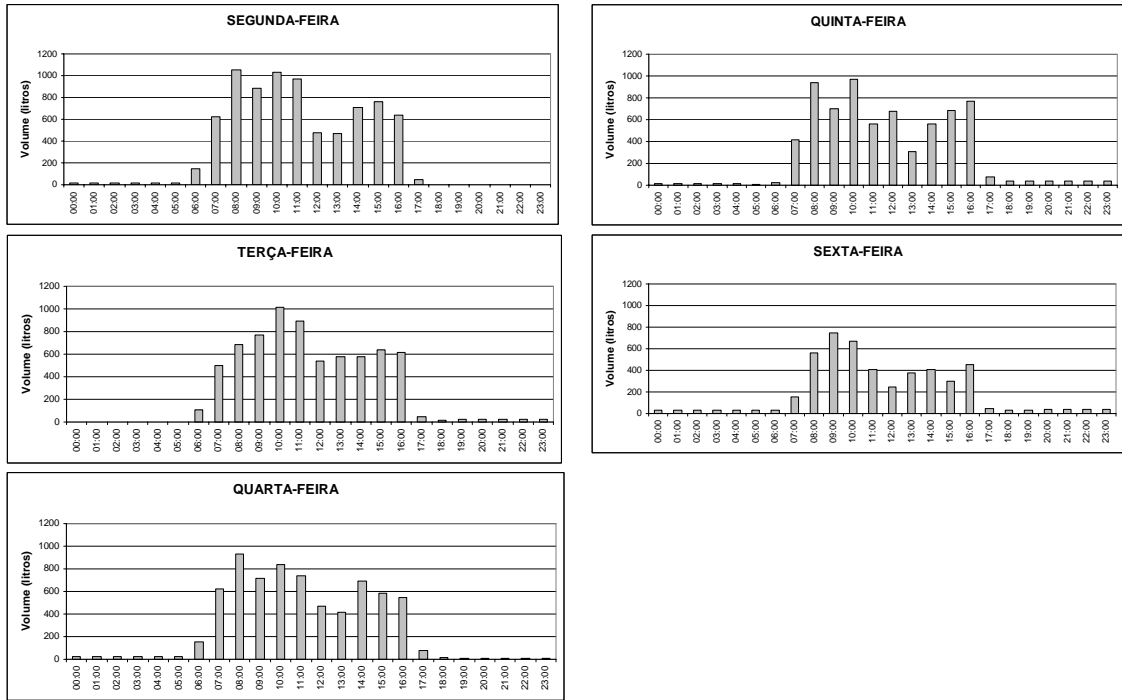


Figura D.15: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de junho de 2004.

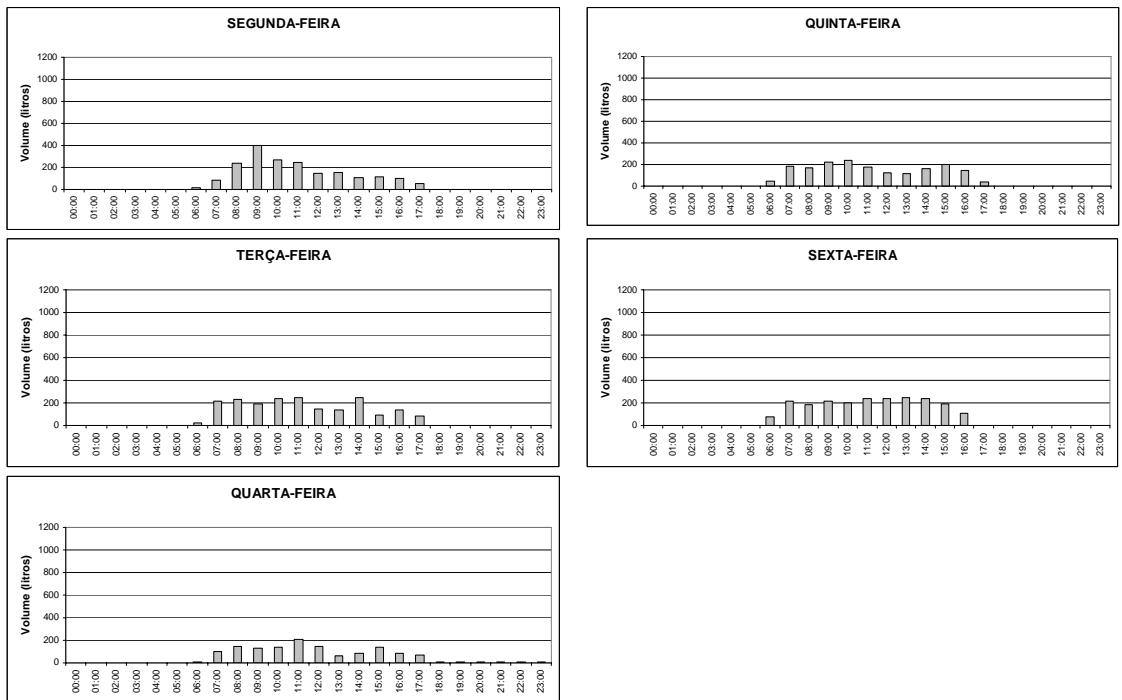


Figura D.16: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de julho de 2004.

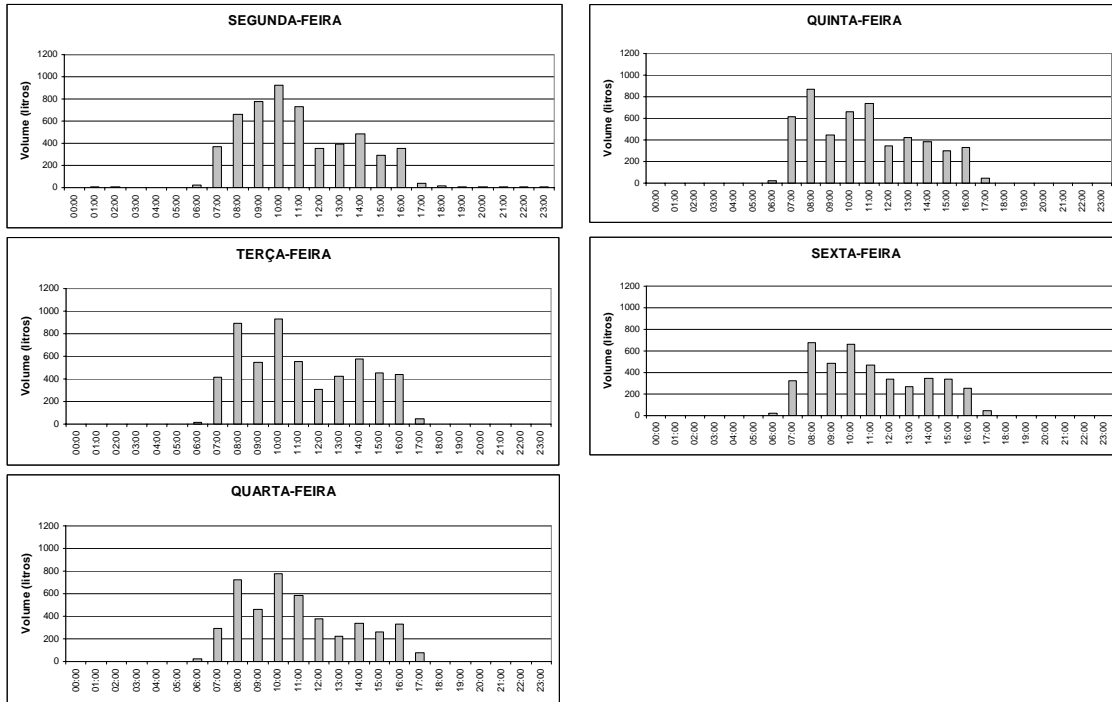


Figura D.17: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de agosto de 2004.

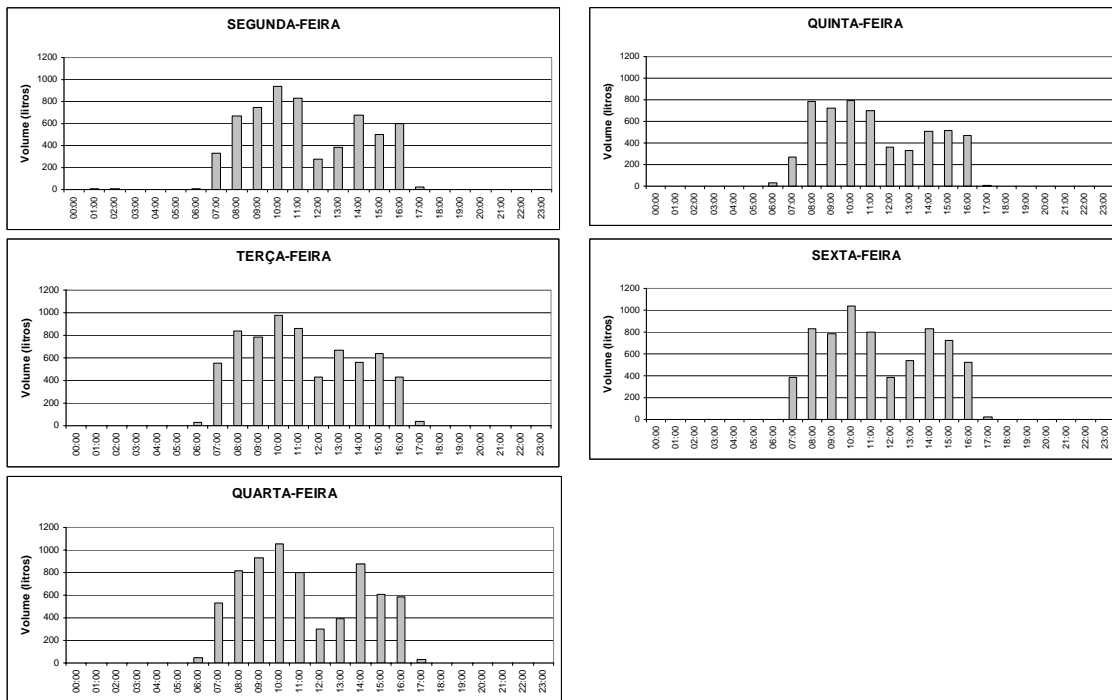


Figura D.18: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de setembro de 2004.

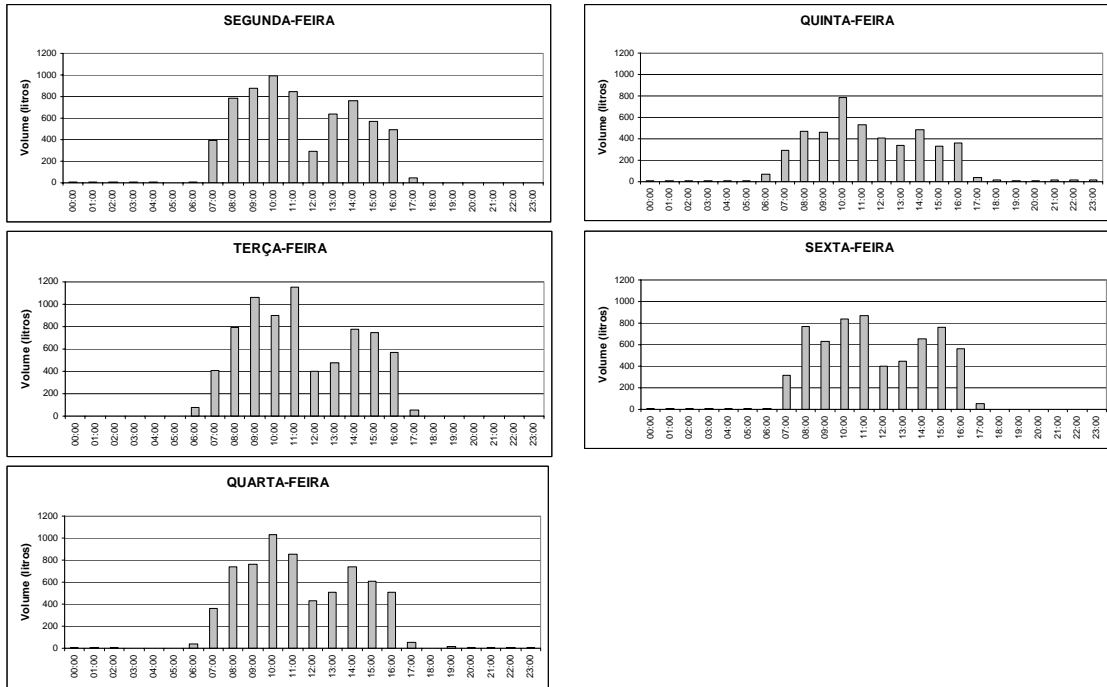


Figura D.19: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de outubro de 2004.

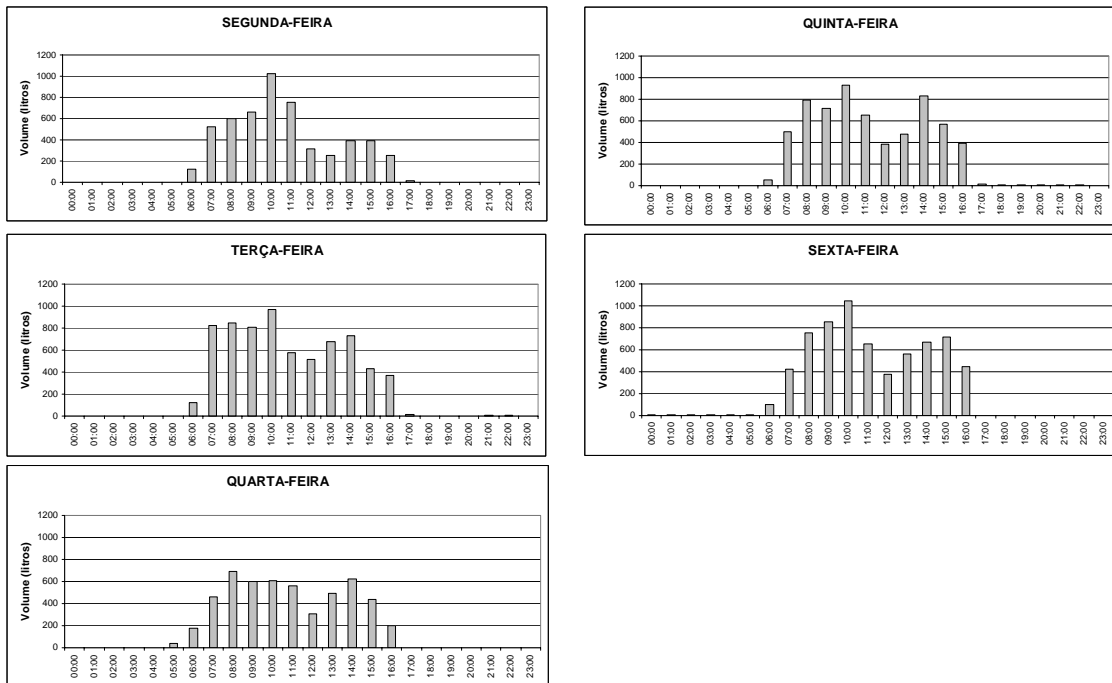


Figura D.20: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI 44, no mês de novembro de 2004.

EMEI 22

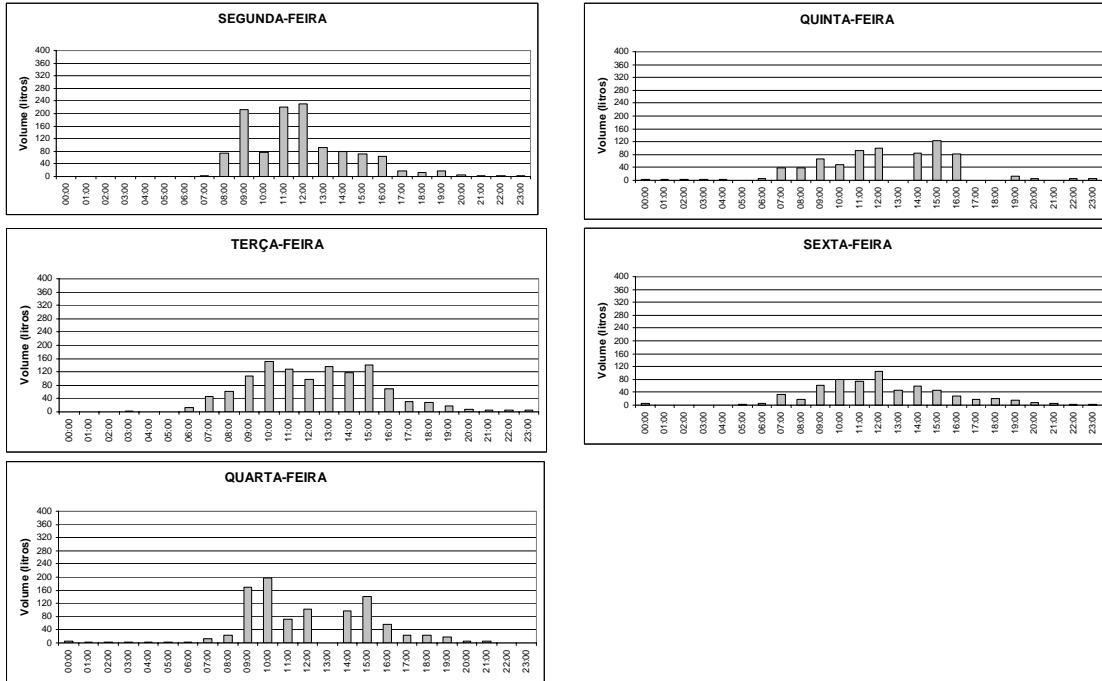


Figura D.21: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de fevereiro de 2004.

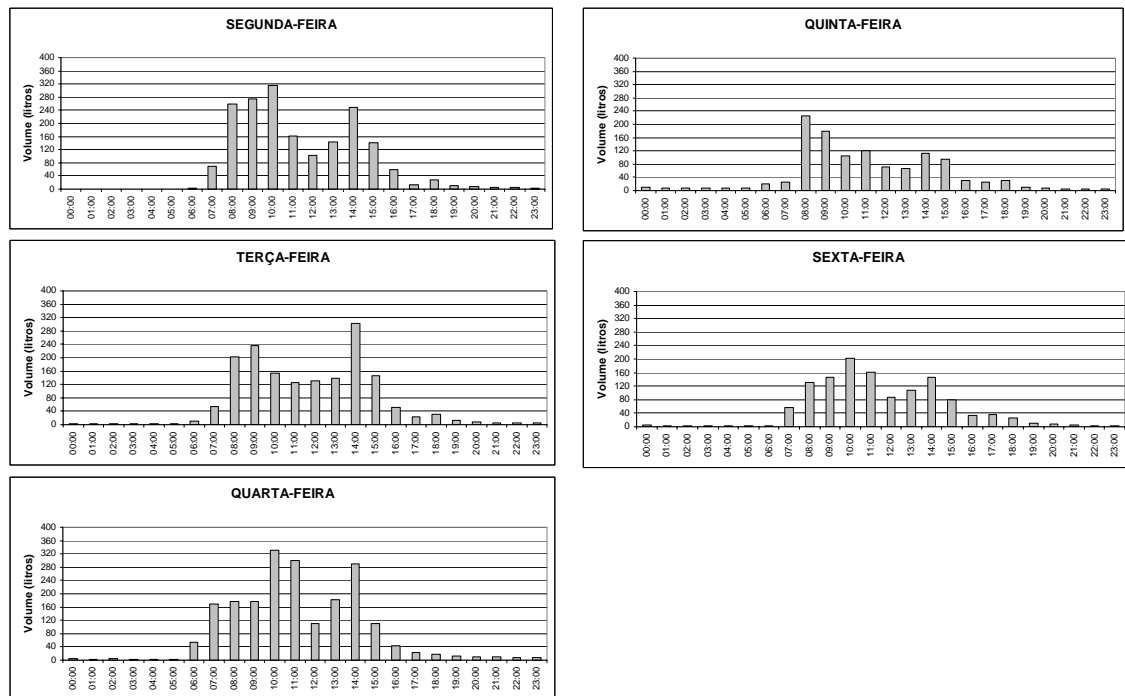


Figura D.22: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de março de 2004.

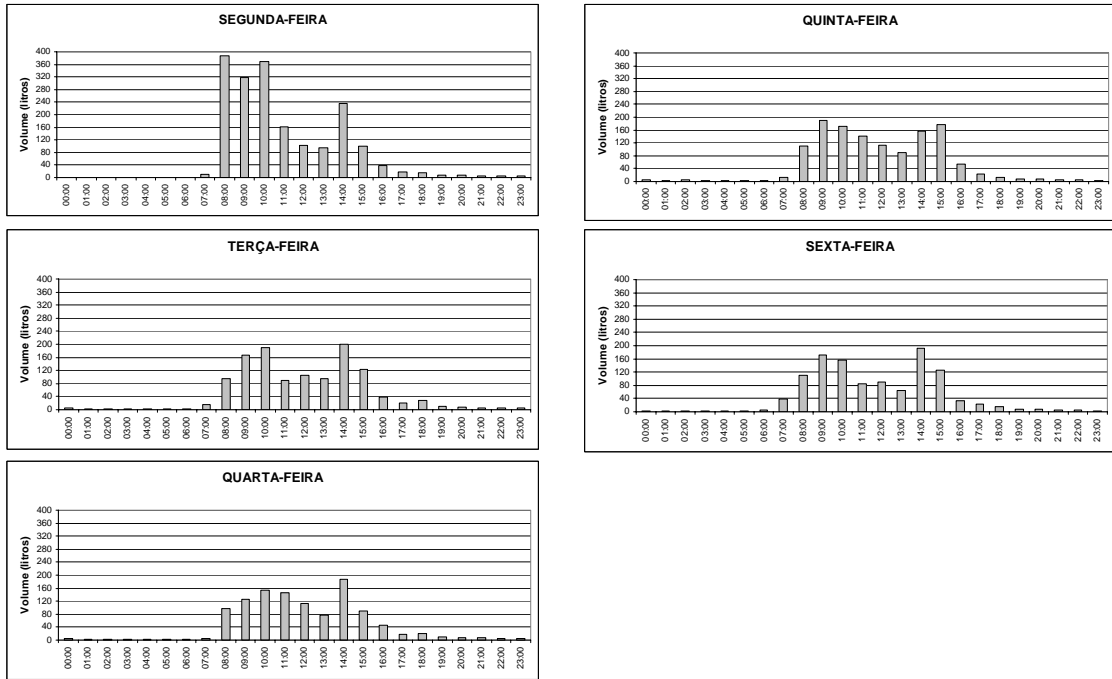


Figura D.23: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de abril de 2004.

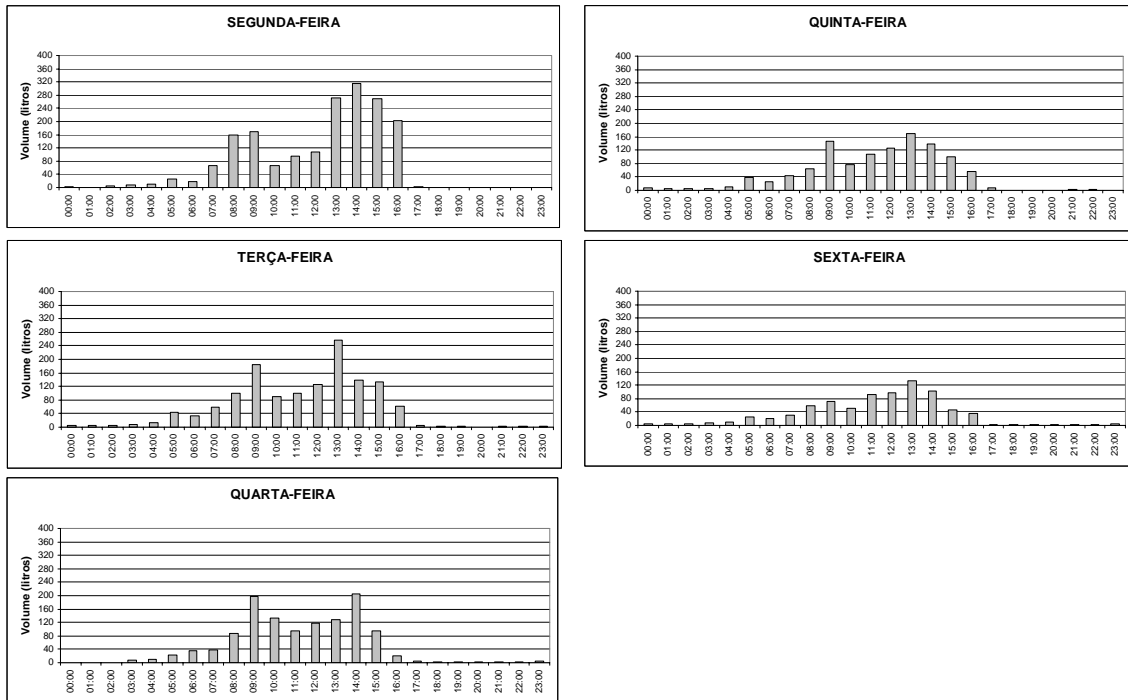


Figura D.24: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de maio de 2004.

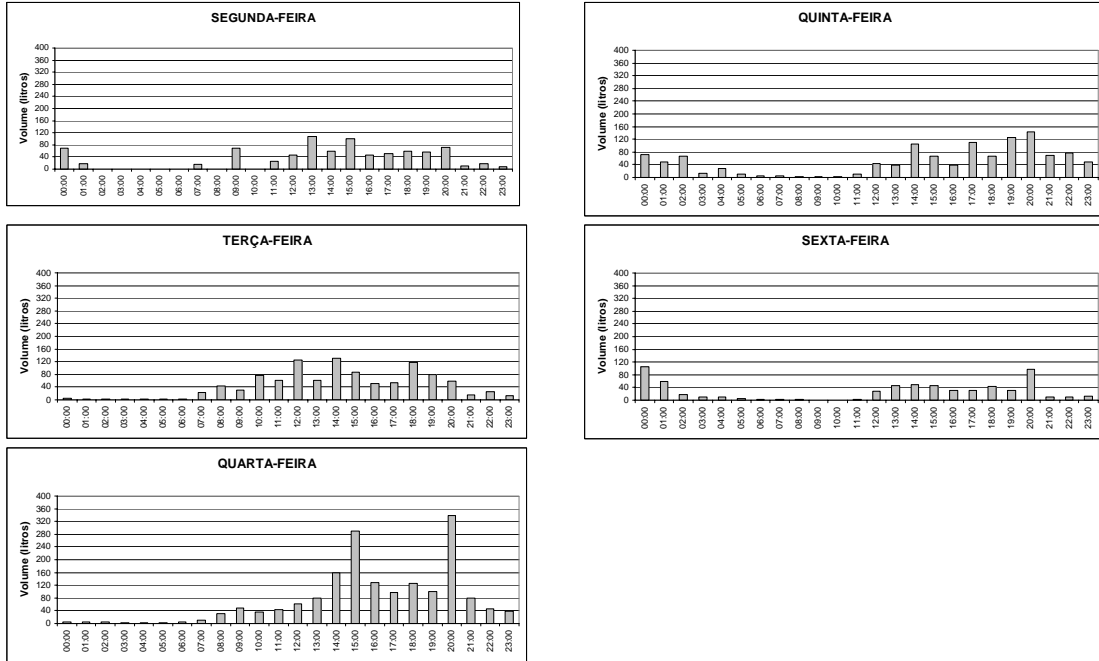


Figura D.25: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de junho de 2004.

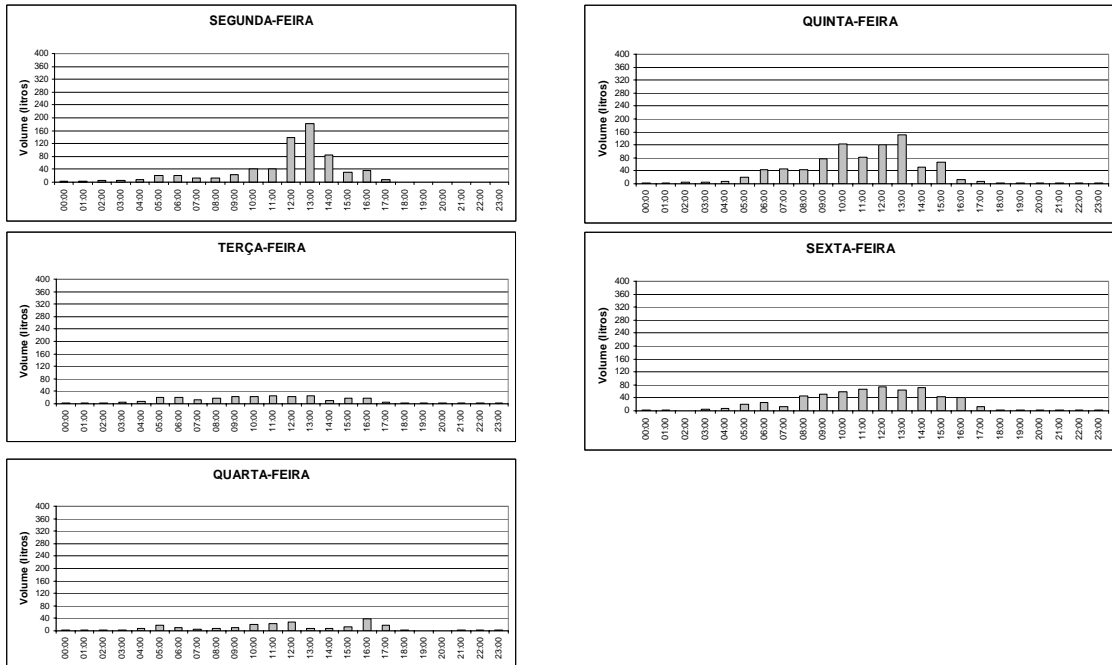


Figura D.26: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de julho de 2004.

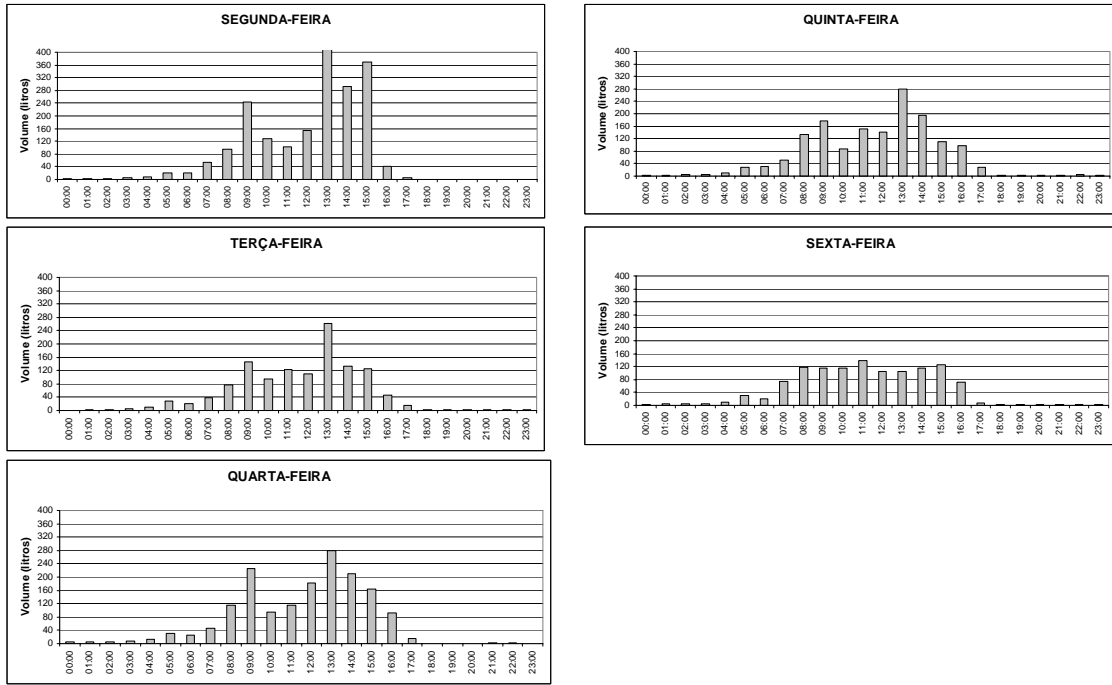


Figura D.27: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de agosto de 2004.

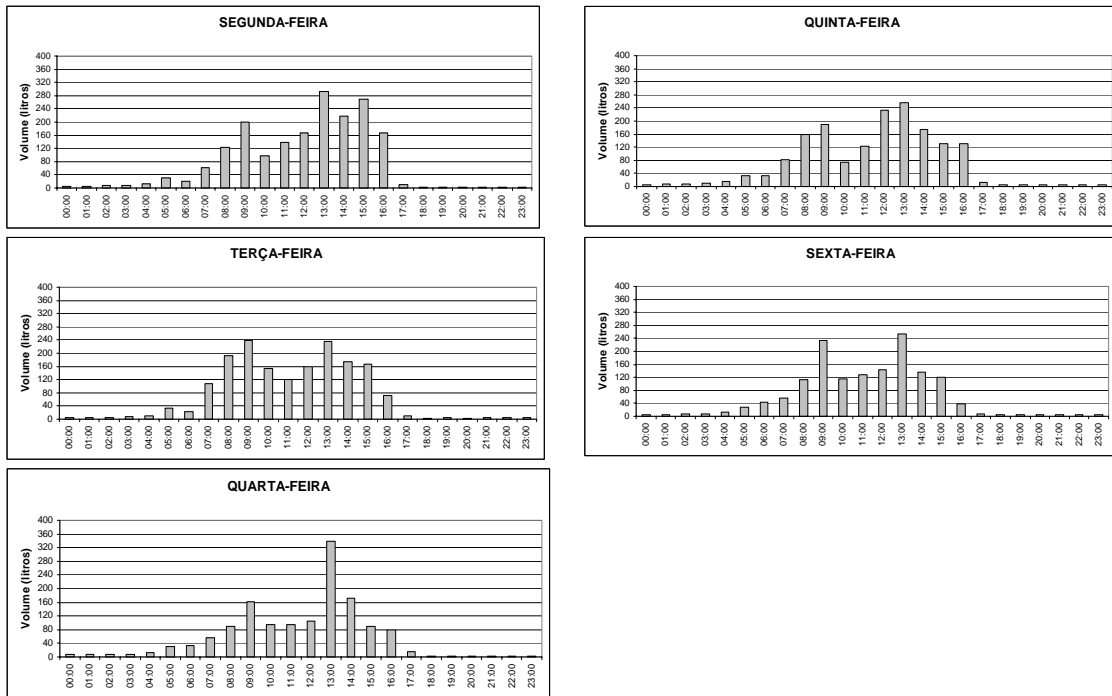


Figura D.28: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de setembro de 2004.

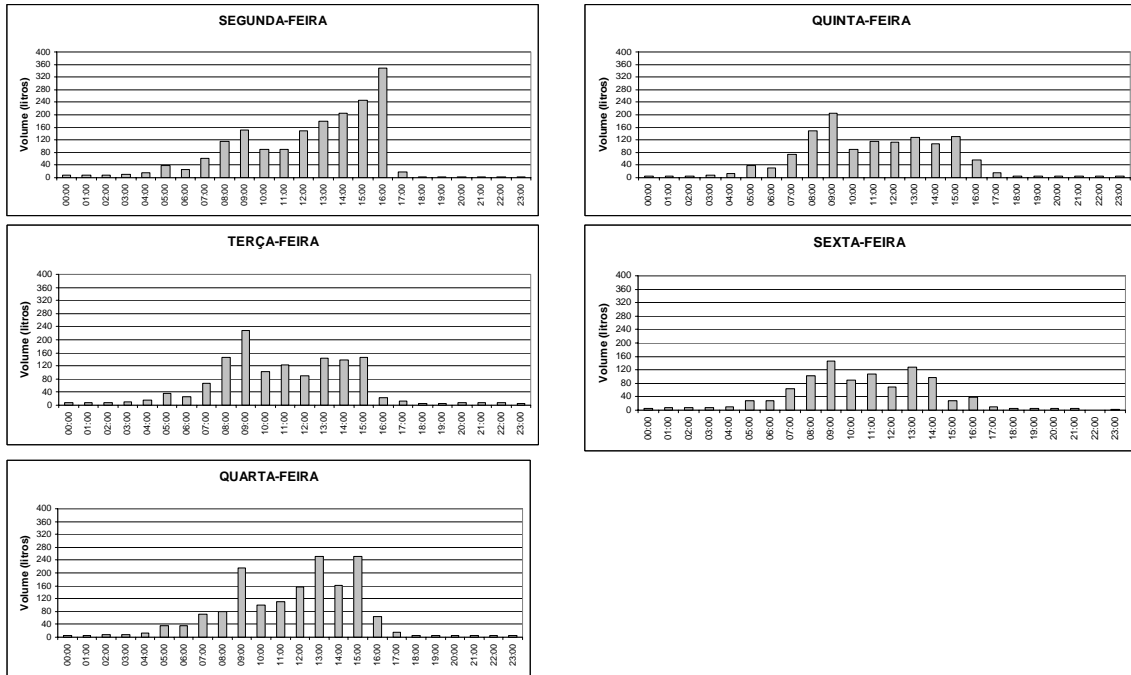


Figura D.29: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 22, no mês de outubro de 2004.

EMEI 118

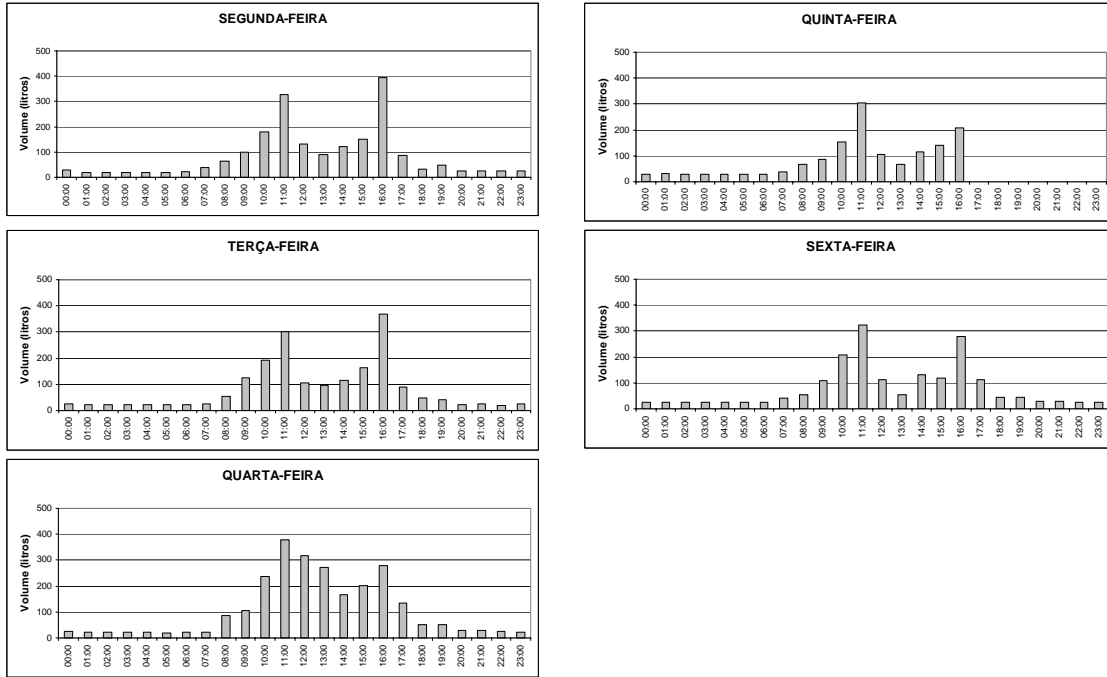


Figura D.30: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de março de 2004.

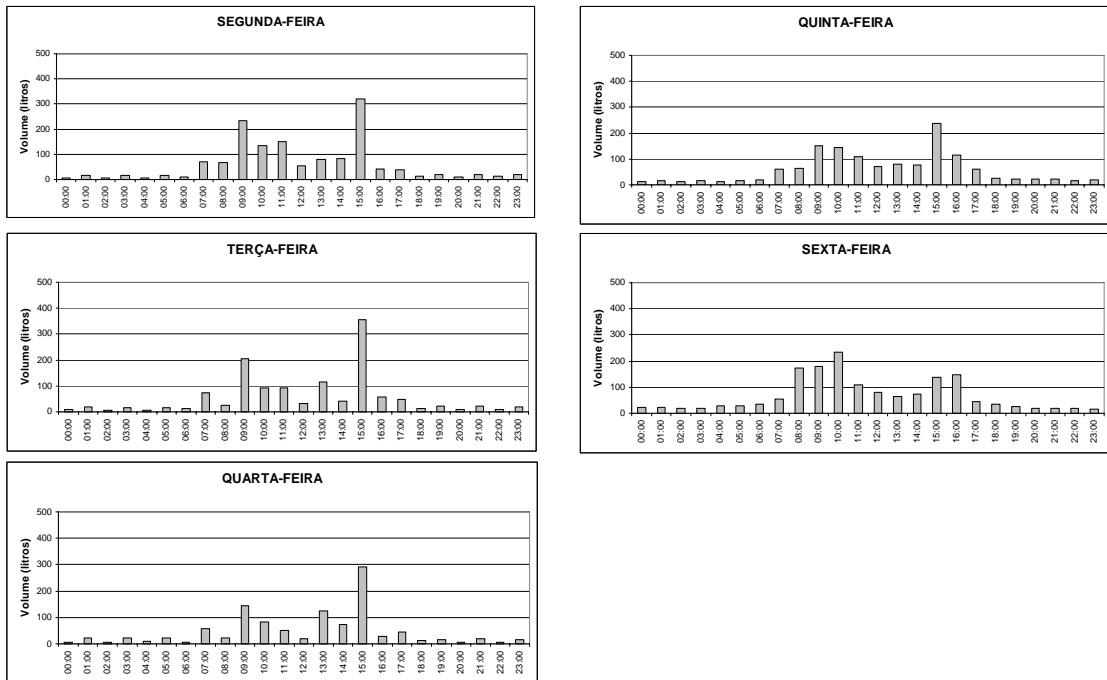


Figura D.31: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de abril de 2004.

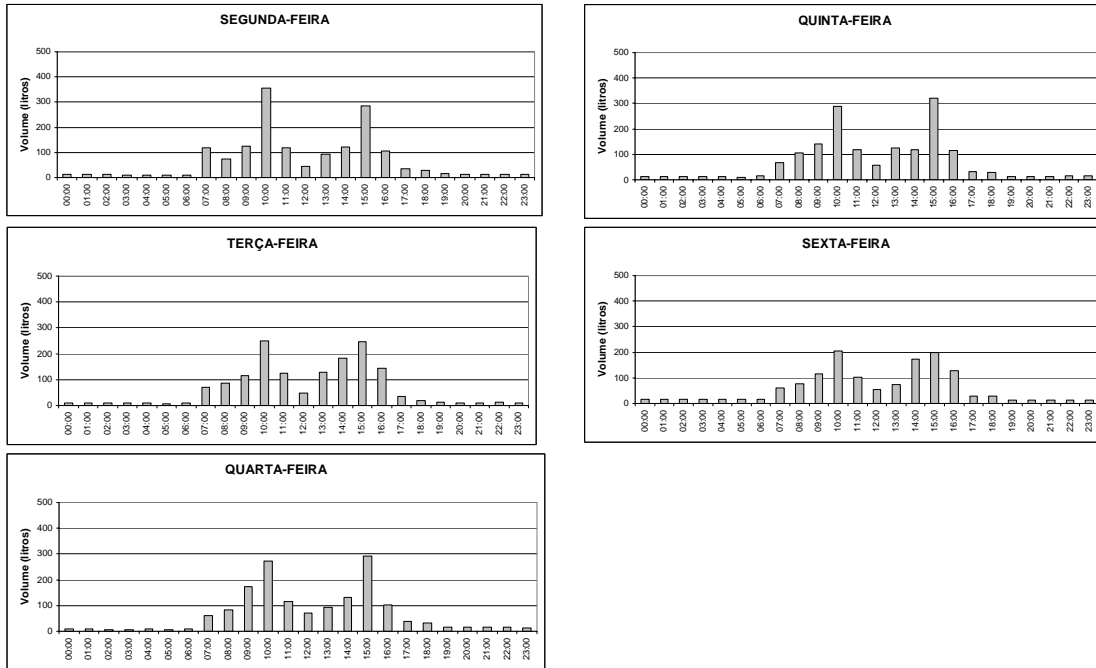


Figura D.32: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de maio de 2004.

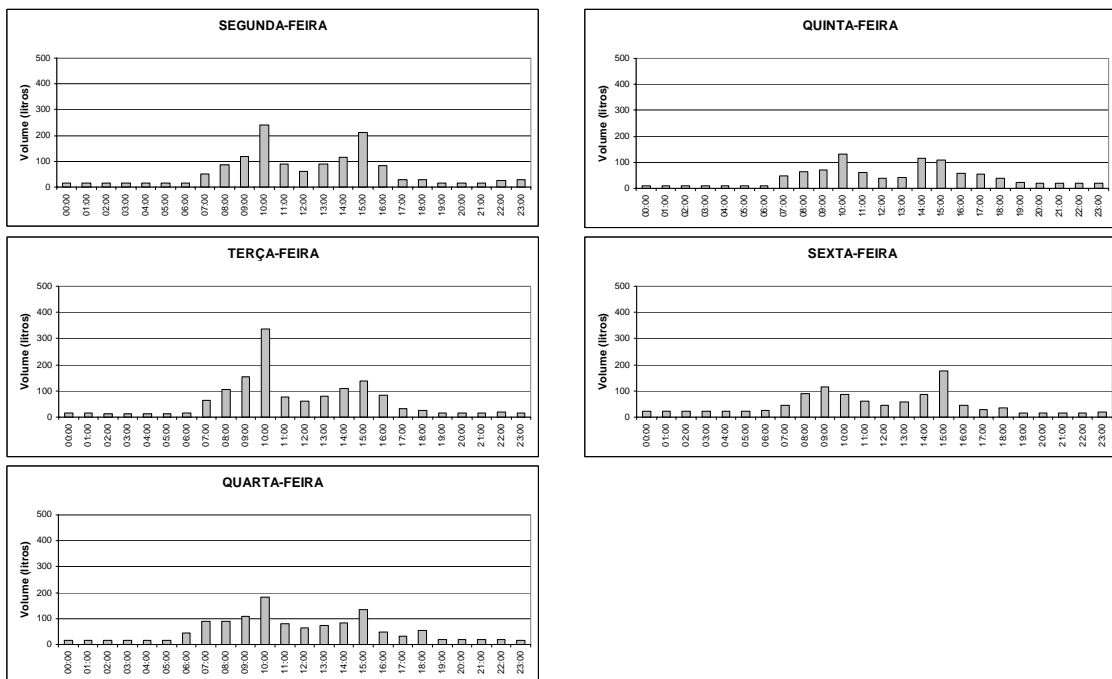


Figura D.33: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de junho de 2004.

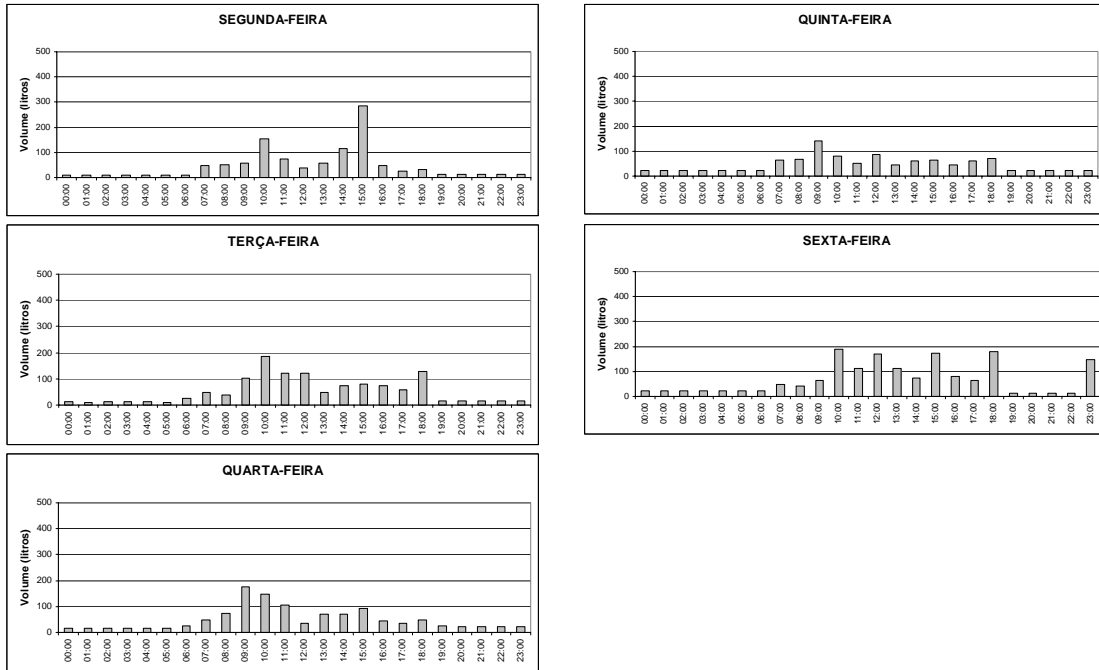


Figura D.34: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de julho de 2004.

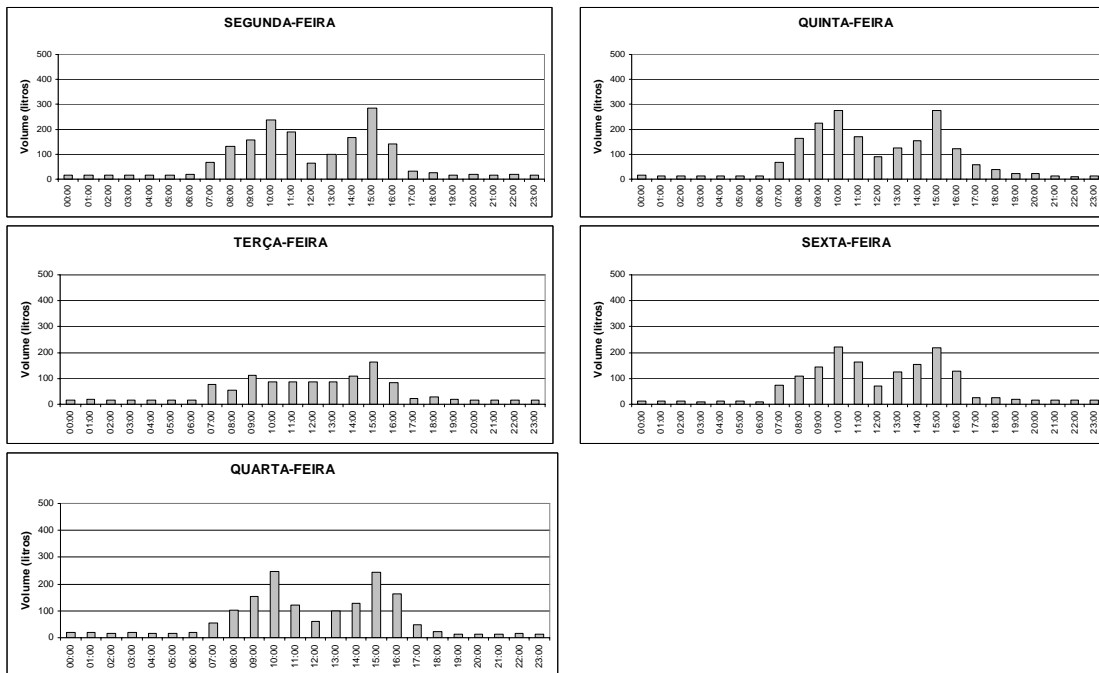


Figura D.35: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de agosto de 2004.

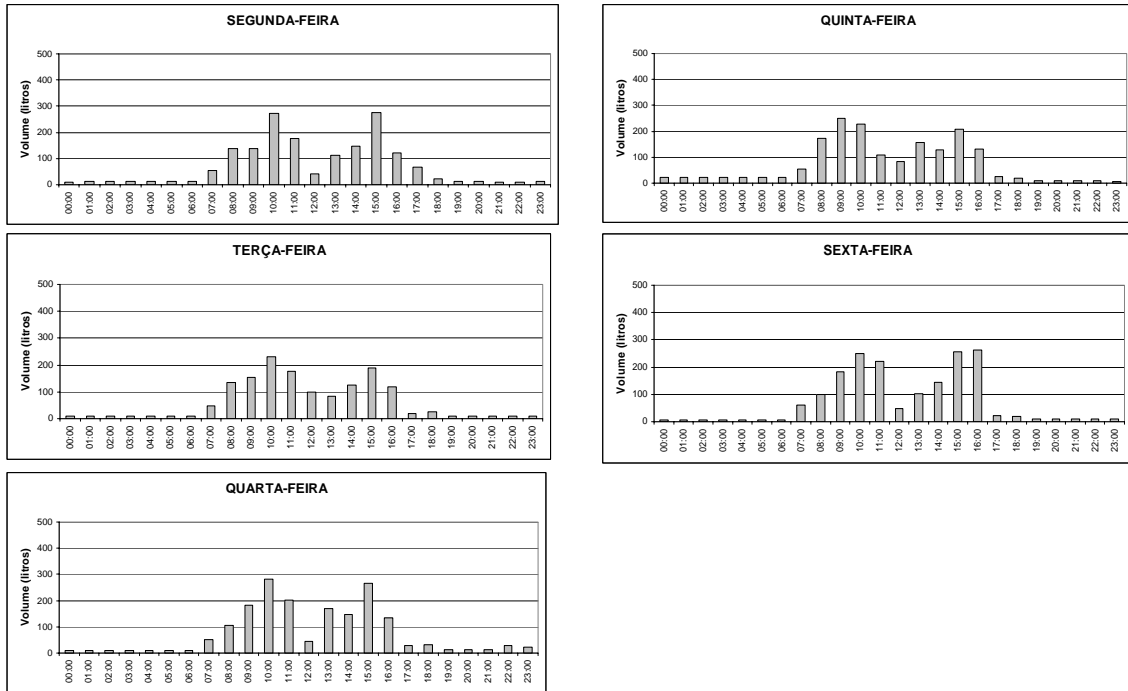


Figura D.36: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de setembro de 2004.

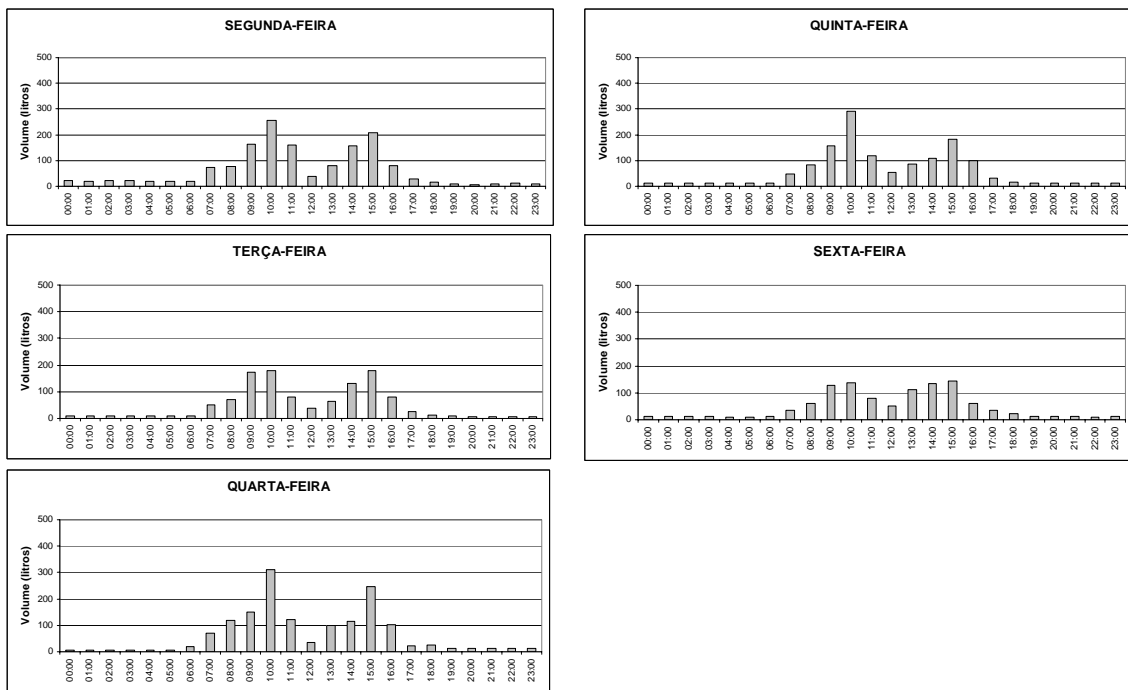


Figura D.37: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de outubro de 2004.

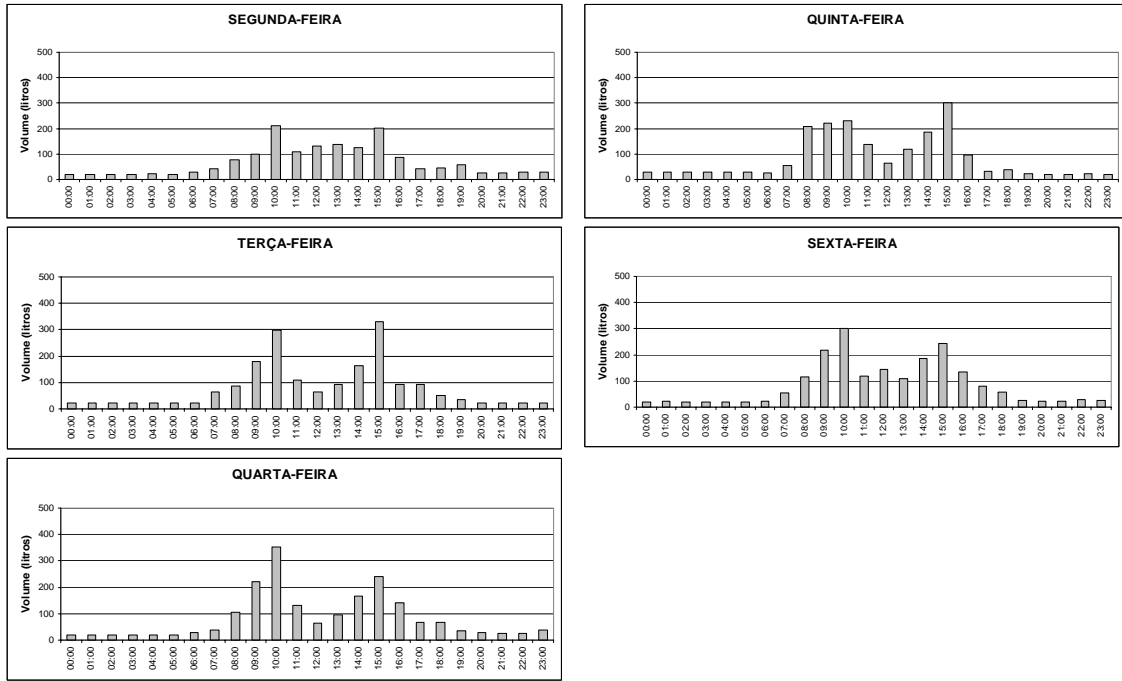


Figura D.38: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 118, no mês de novembro de 2004.

EMEI 158

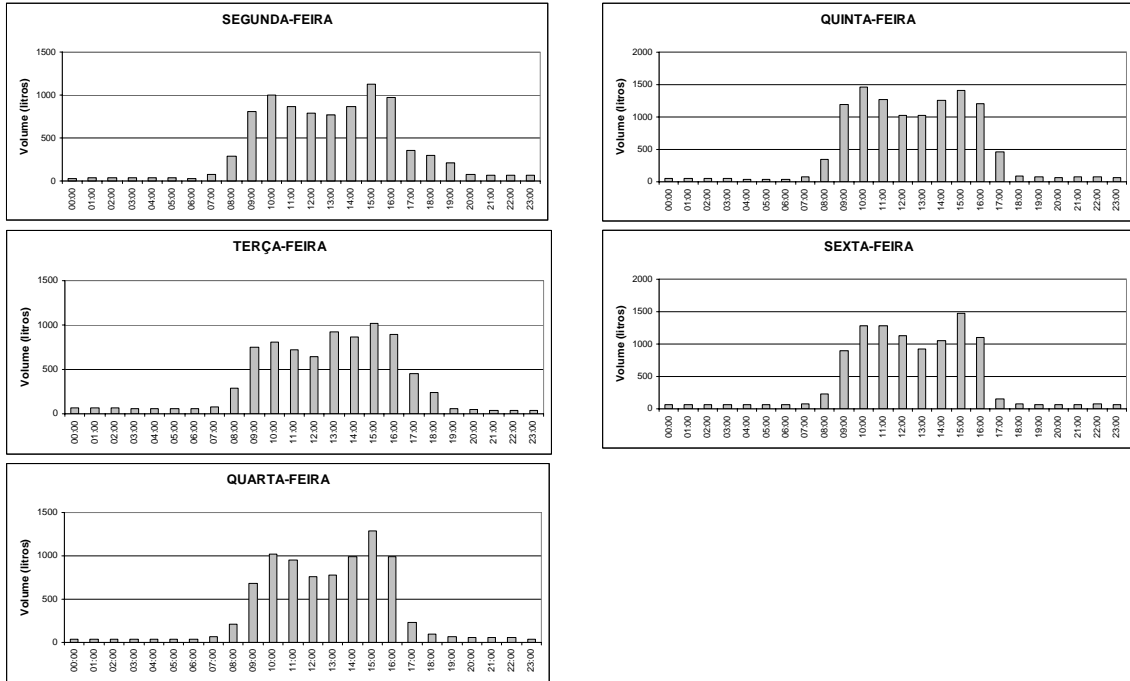


Figura D.39: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de março de 2004.

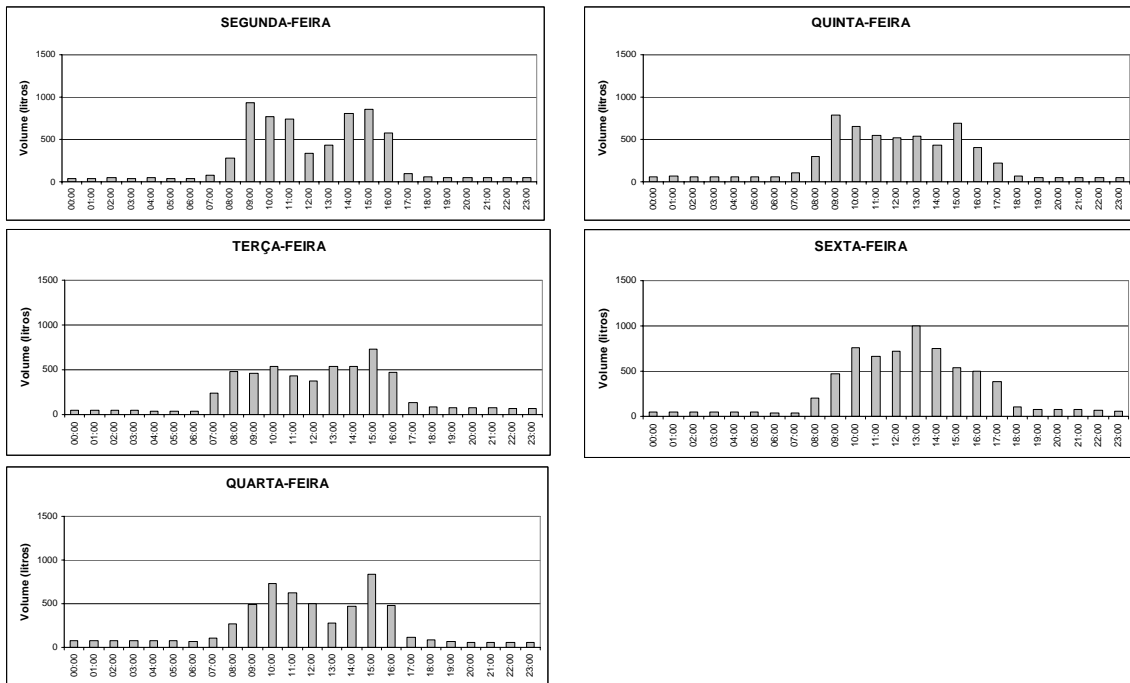


Figura D.40: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de abril de 2004.

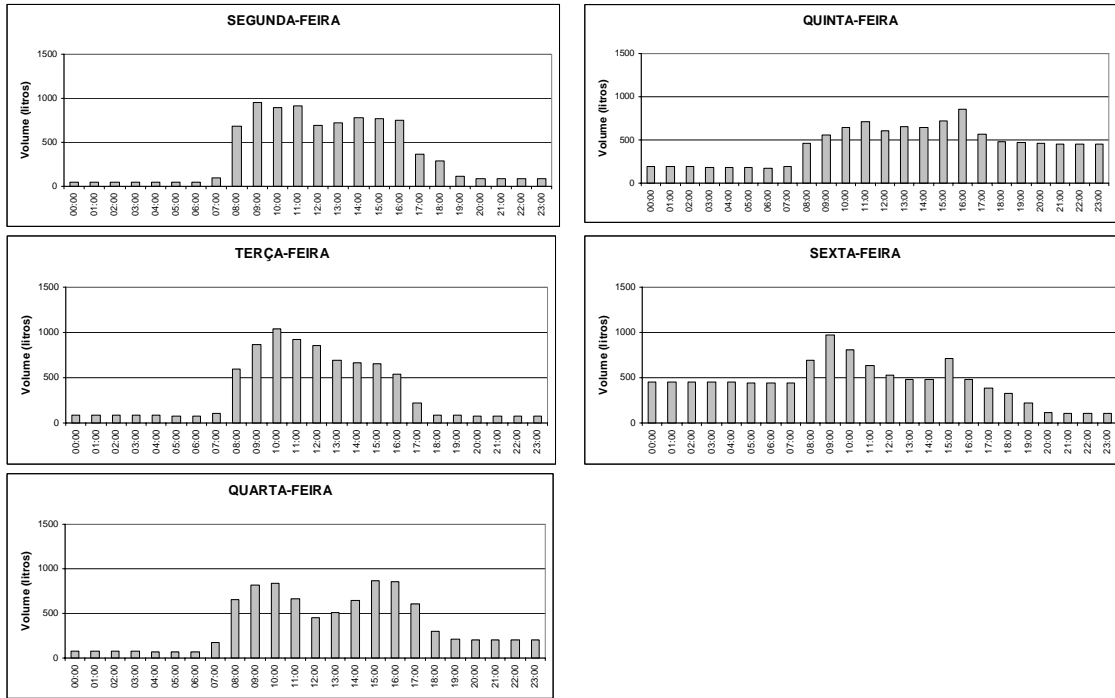


Figura D.41: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de maio de 2004.

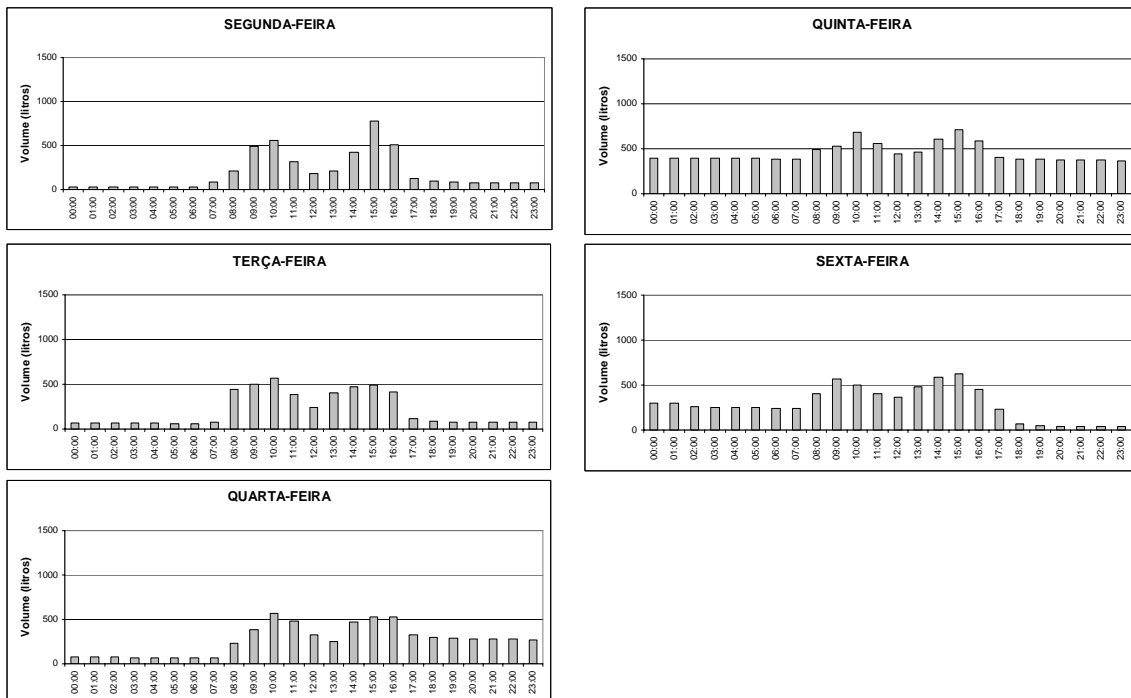


Figura D.42: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de junho de 2004.

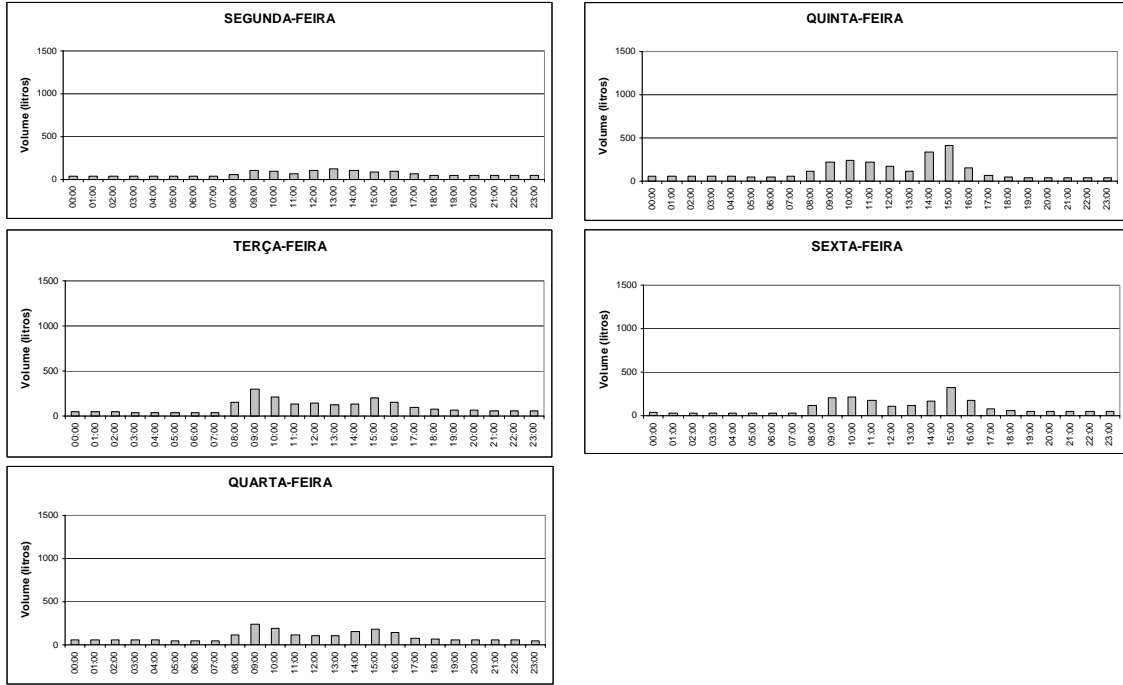


Figura D.43: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de julho de 2004.

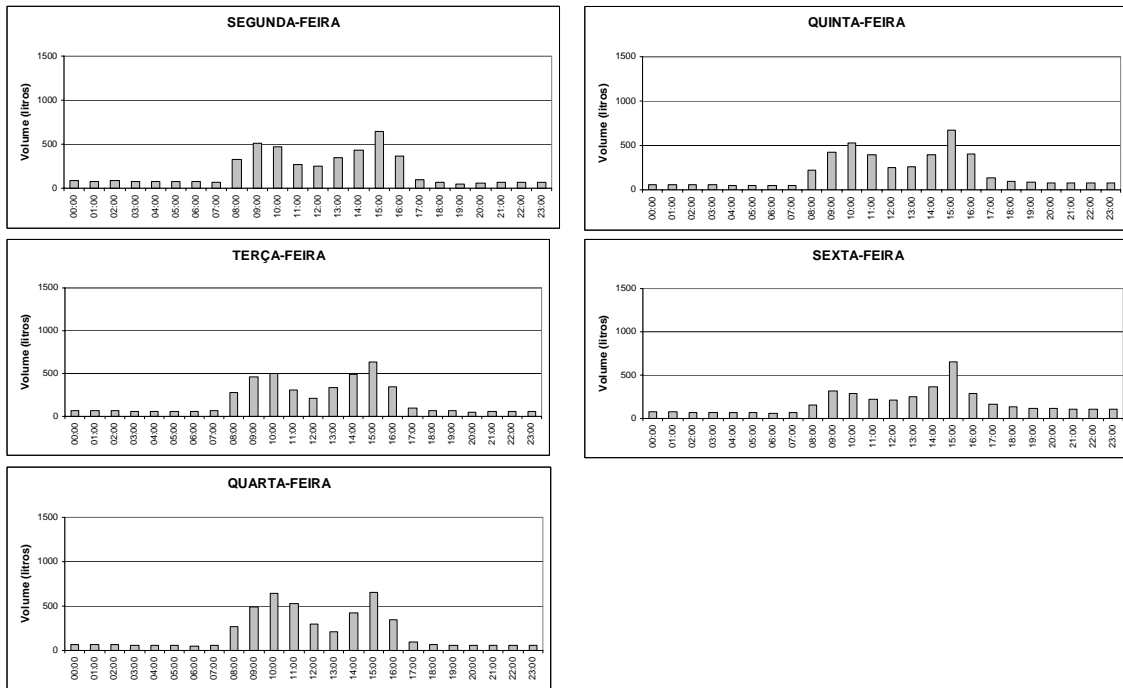


Figura D.44: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de agosto de 2004.

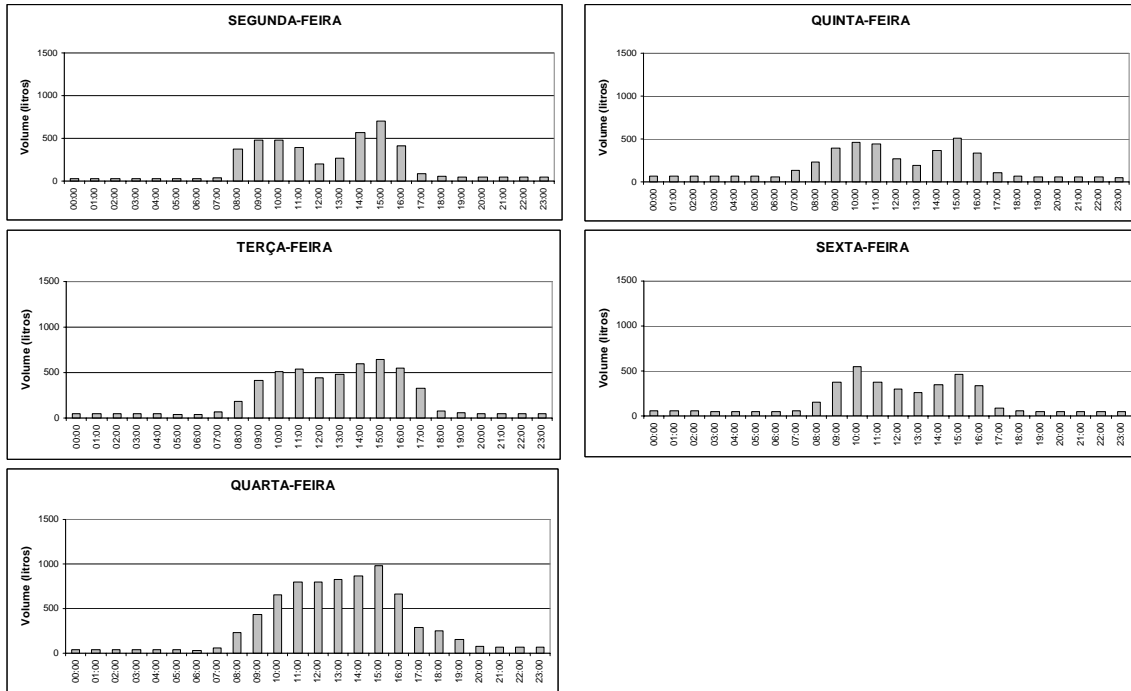


Figura D.45: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de setembro de 2004.

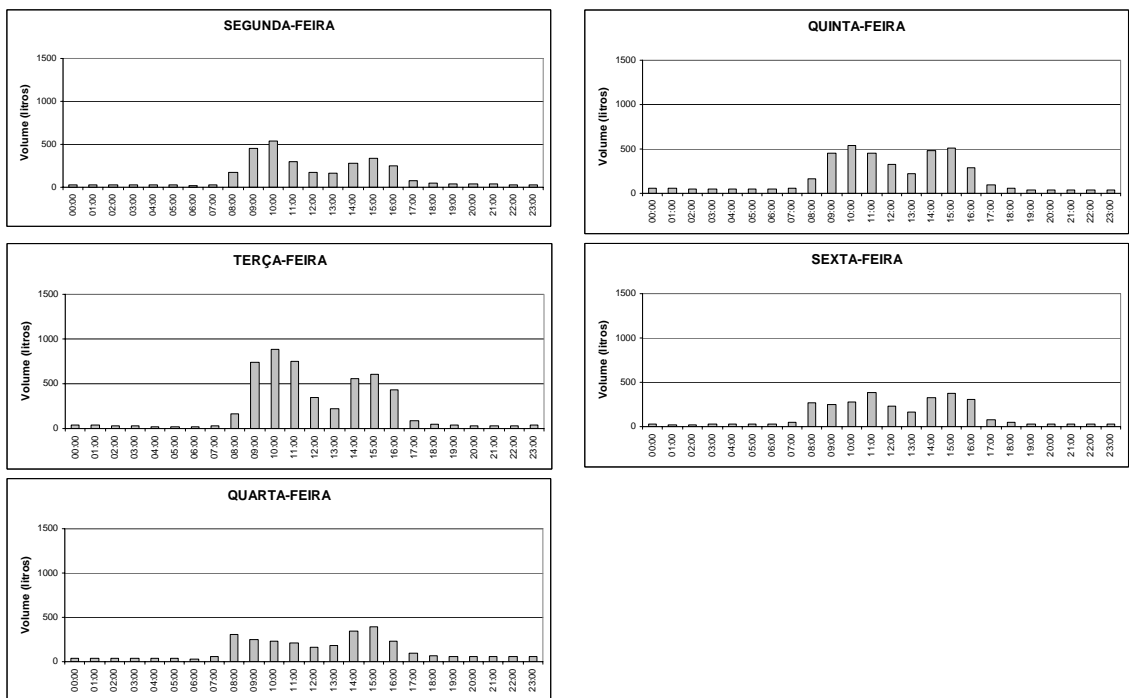


Figura D.46: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de outubro de 2004.

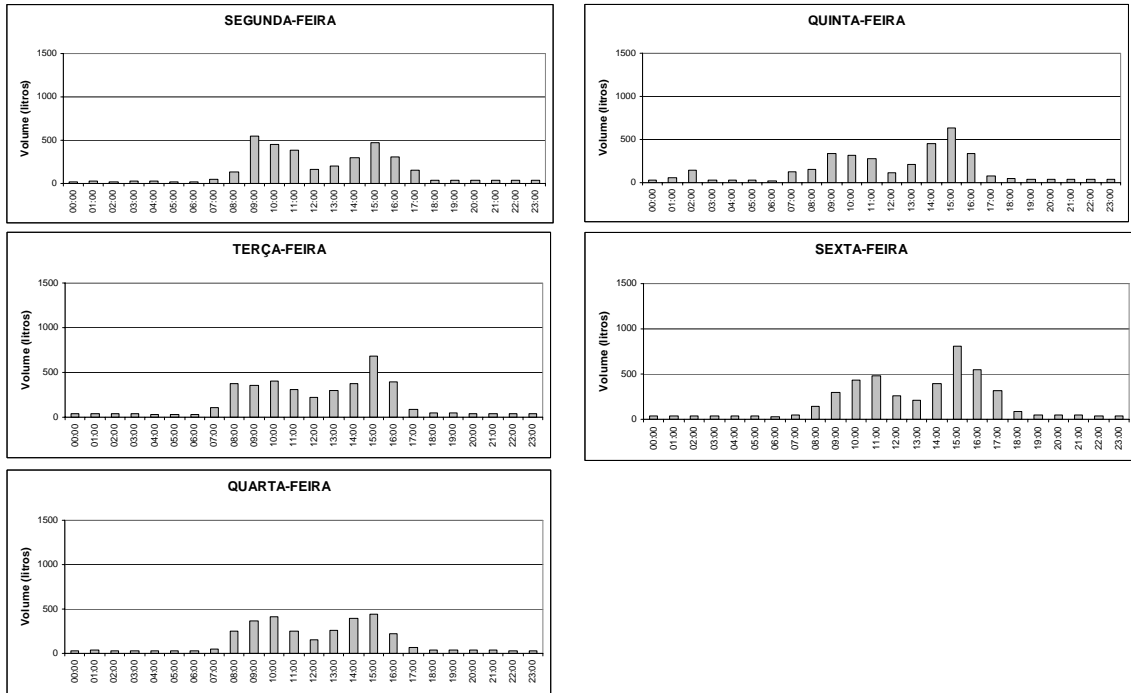


Figura D.47: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI 158, no mês de novembro de 2004.

EMEI/FUMEC 157

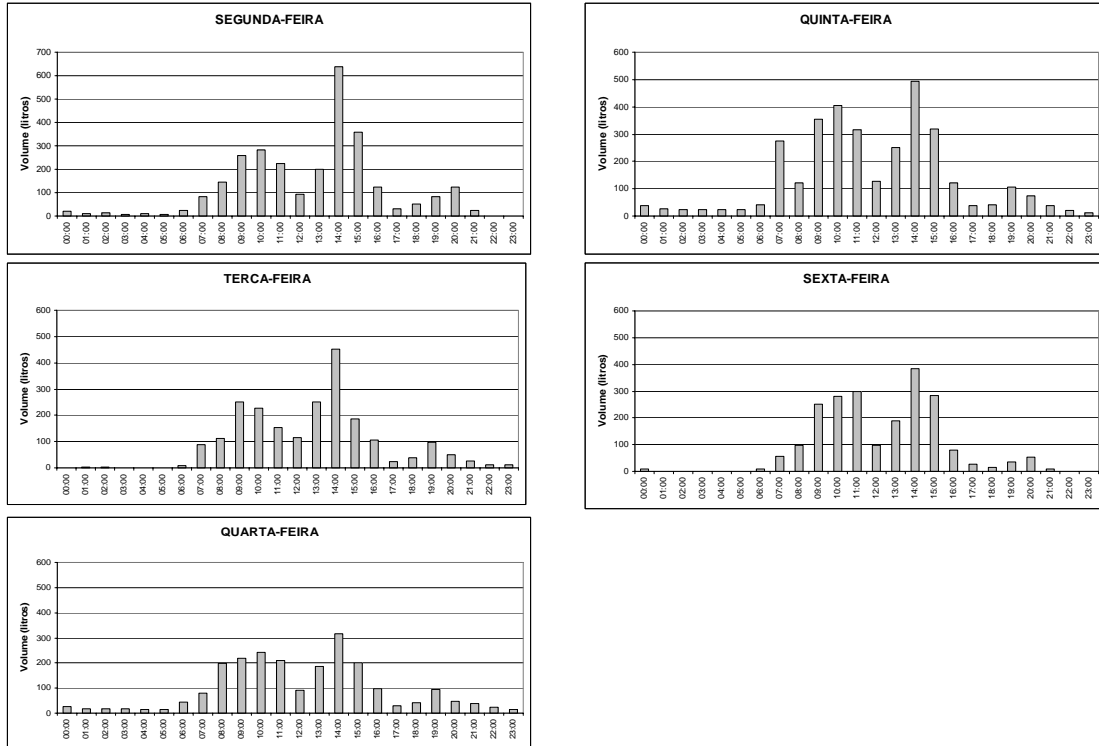


Figura D.48: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de maio de 2003.

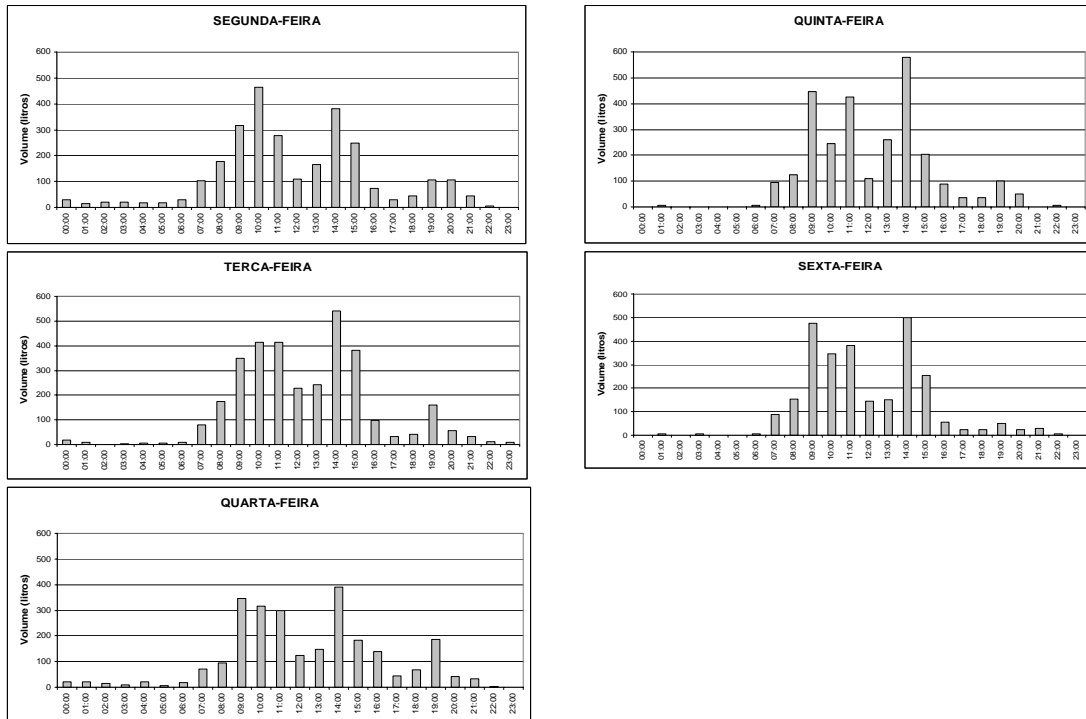


Figura D.49: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de junho de 2003.

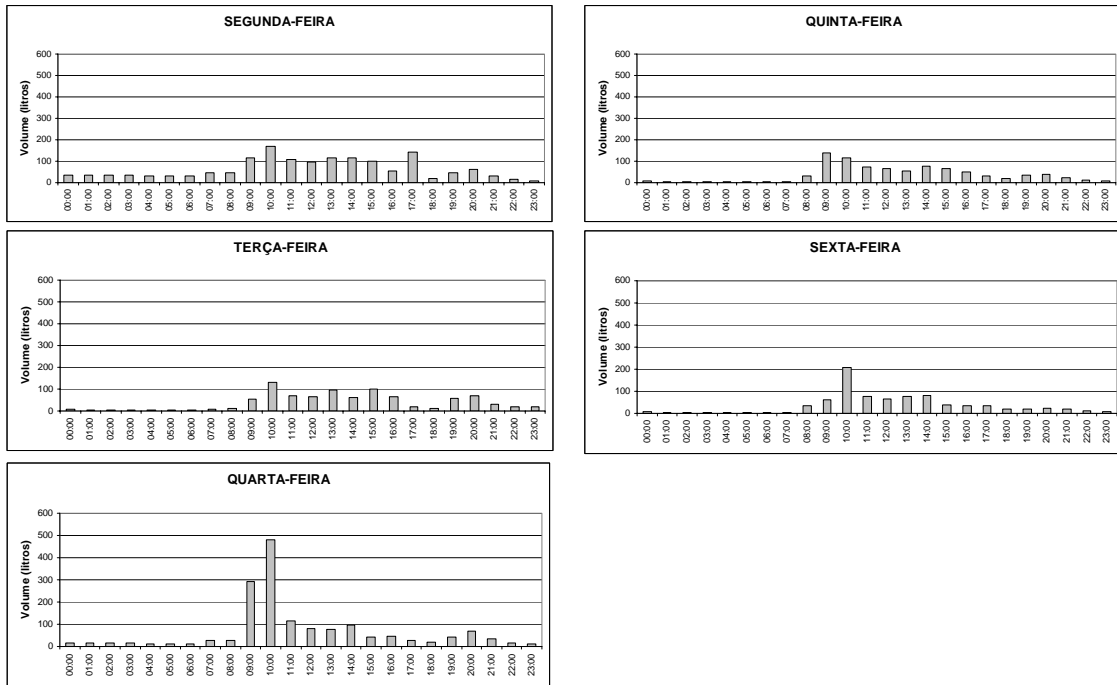


Figura D.50: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de fevereiro de 2004.

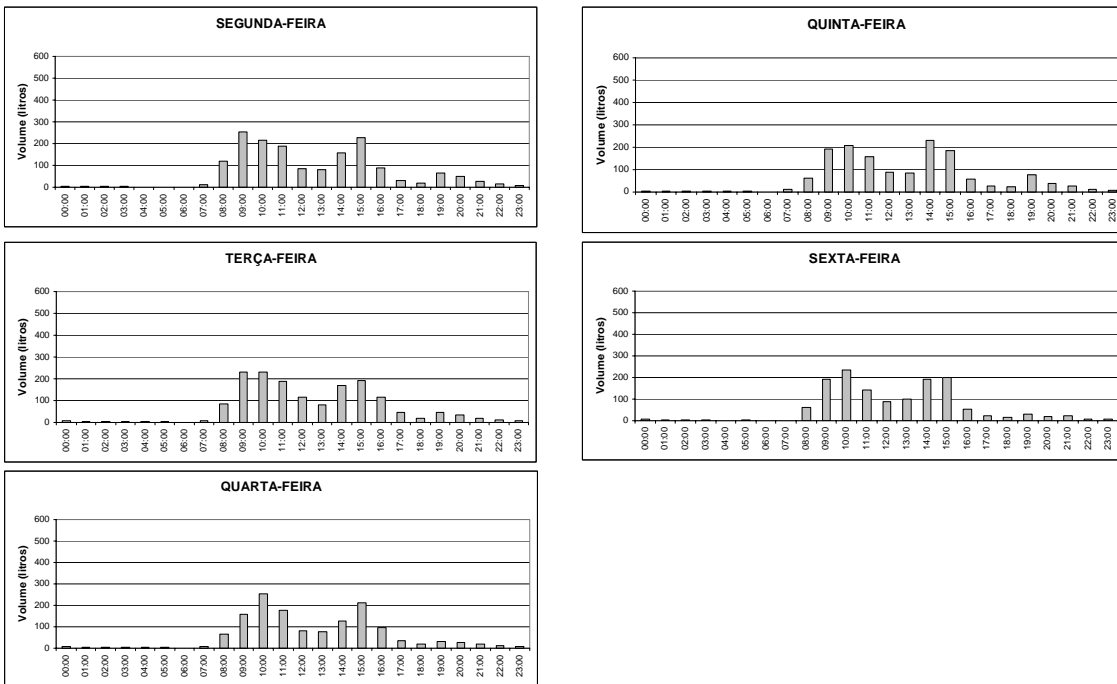


Figura D.51: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de março de 2004.

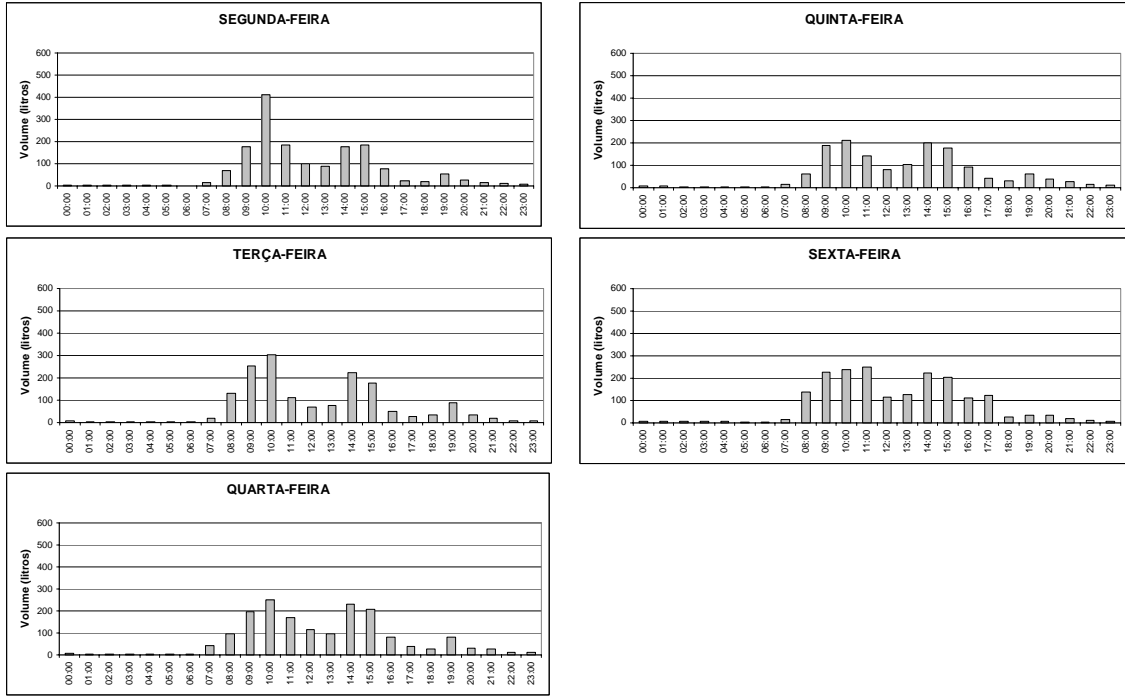


Figura D.52: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de abril de 2004.

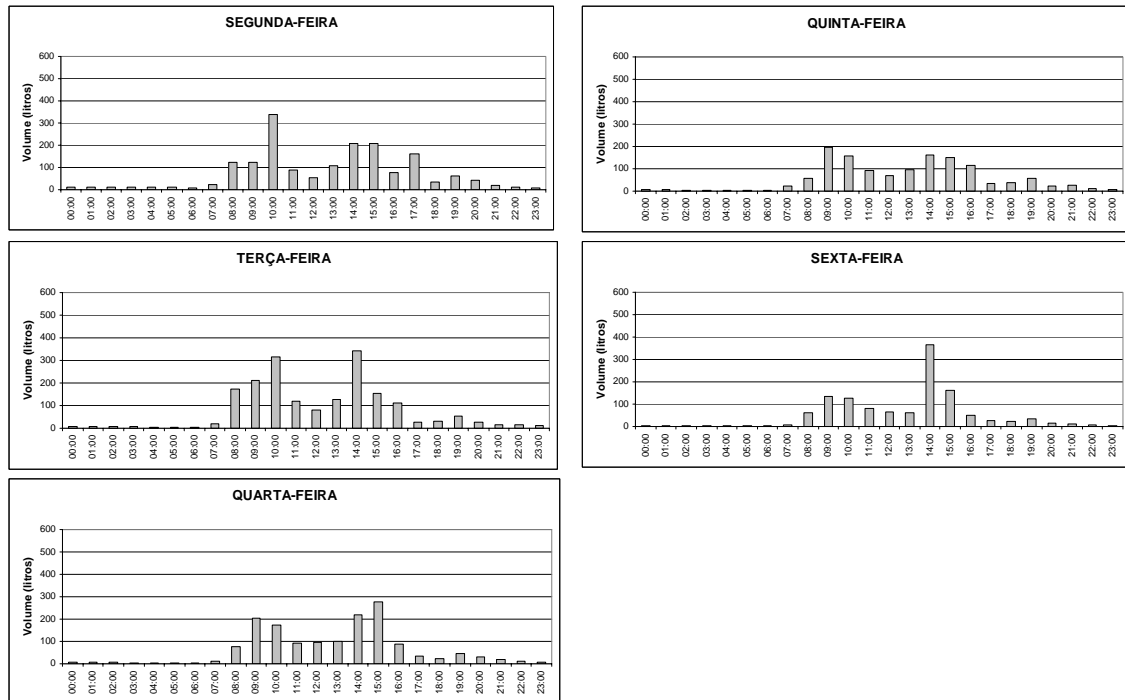


Figura D.53: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de maio de 2004.

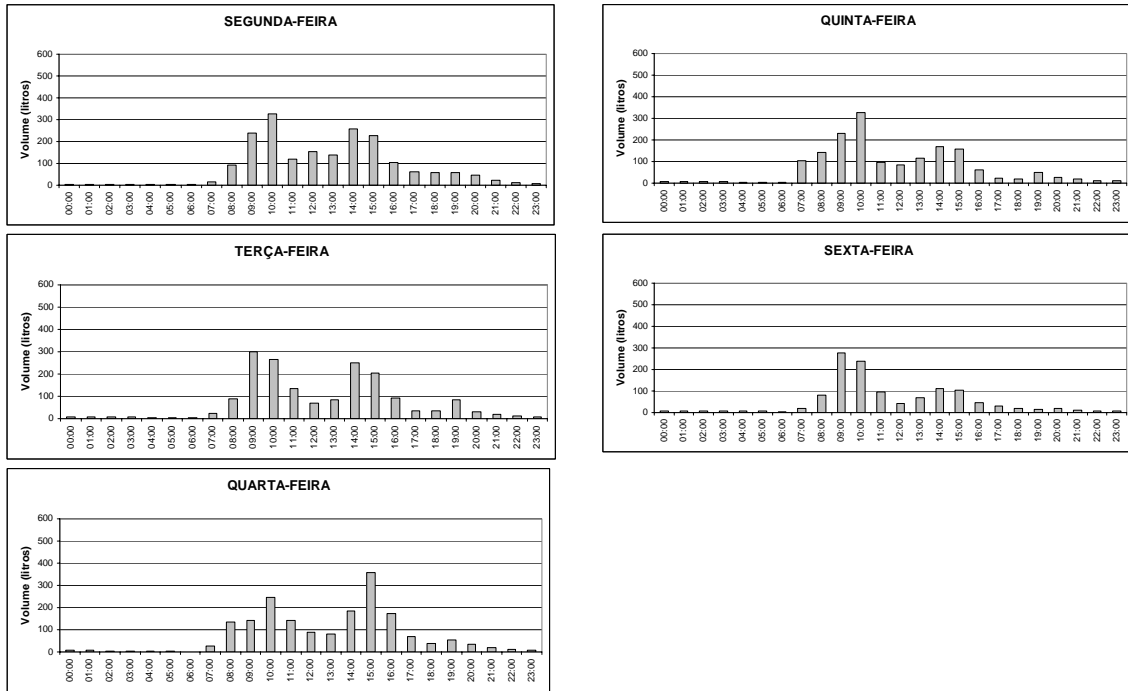


Figura D.54: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de junho de 2004.

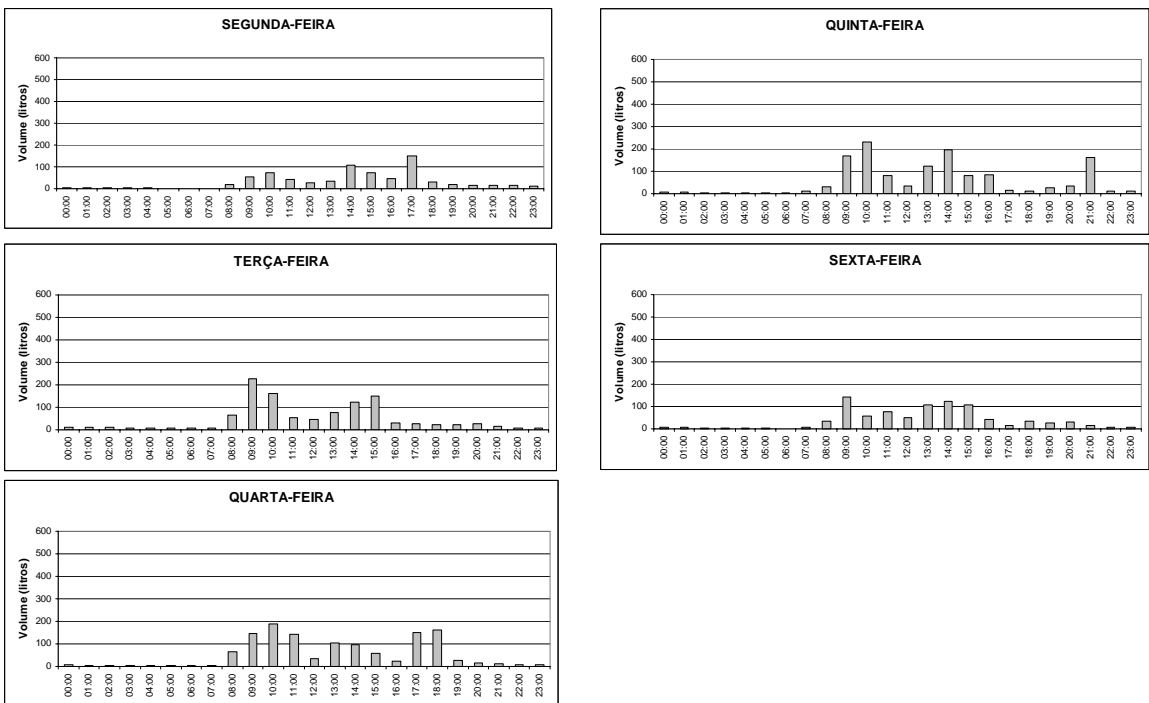


Figura D.55: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de julho de 2004.

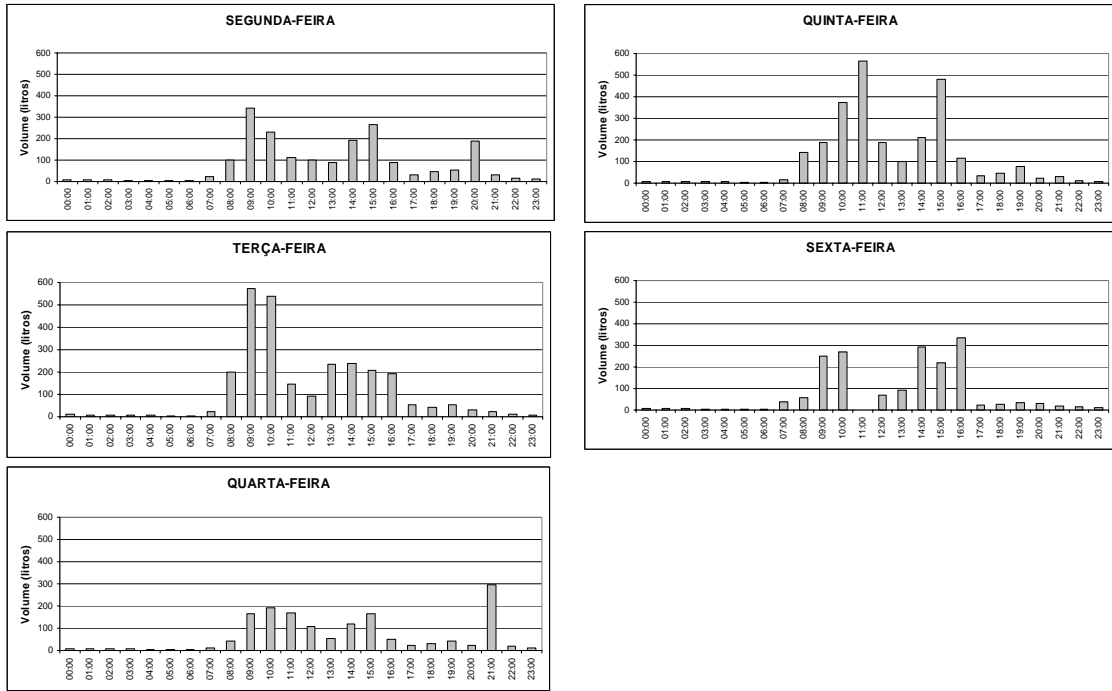


Figura D.56: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de agosto de 2004.

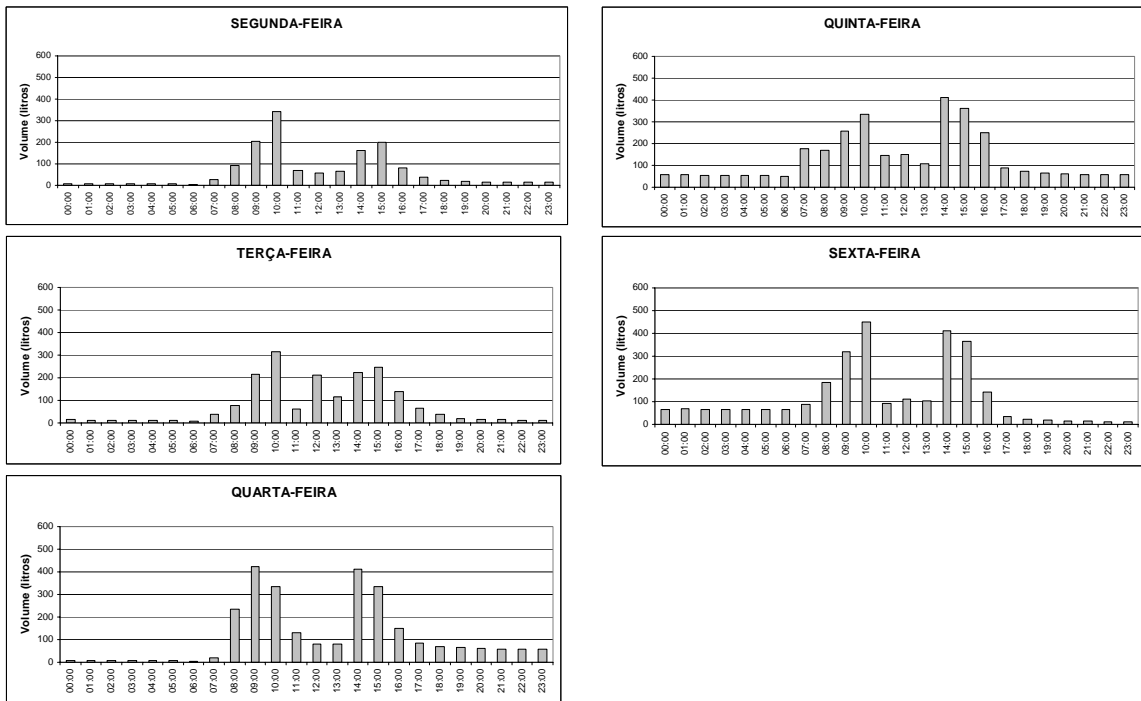


Figura D.57: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de setembro de 2004.

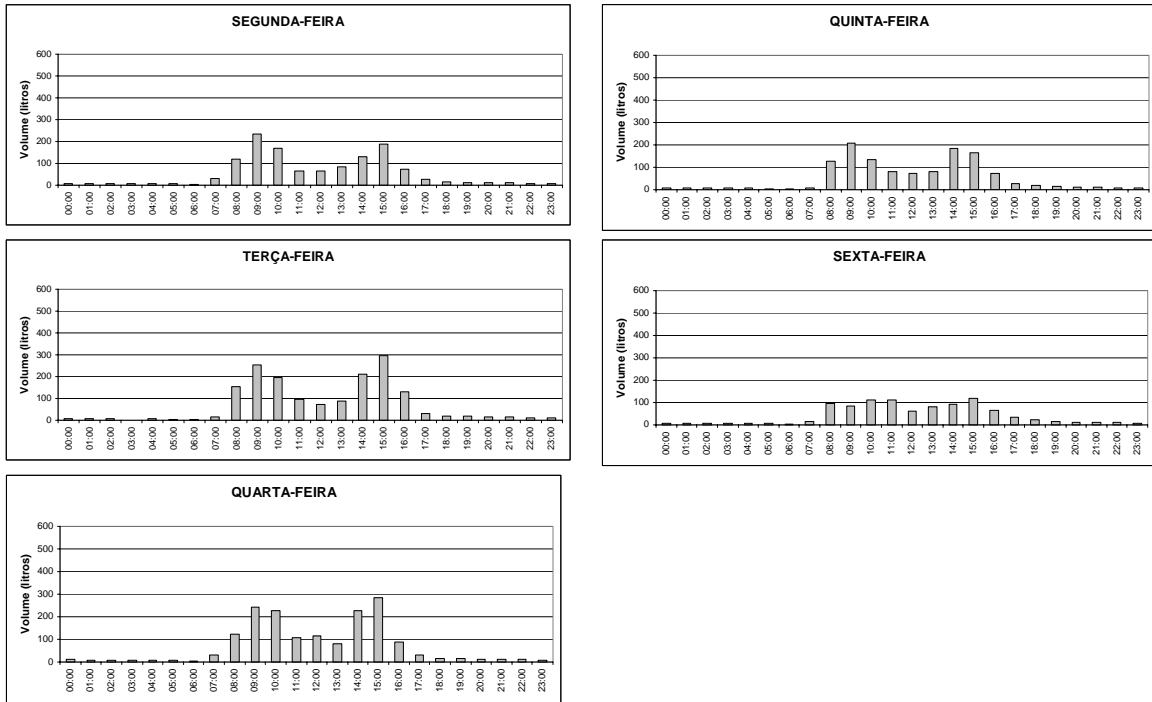


Figura D.58: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de outubro de 2004.

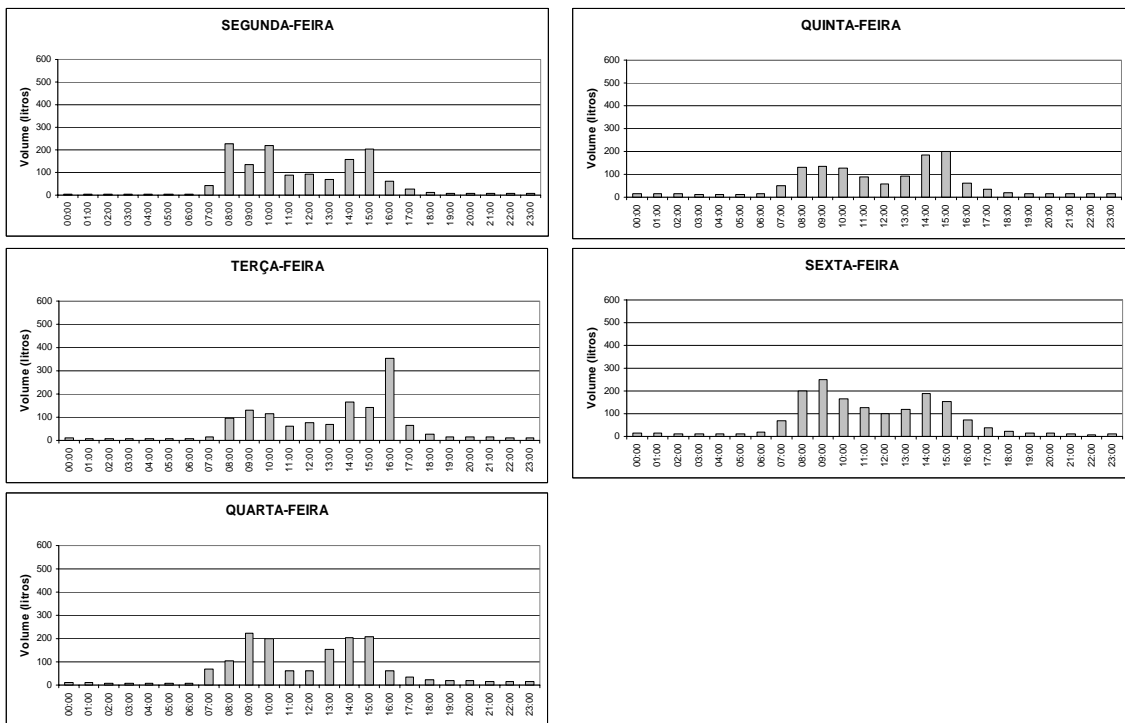


Figura D.59: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEI/FUMEC 157, no mês de novembro de 2004.

CEMEI/EMEI 119

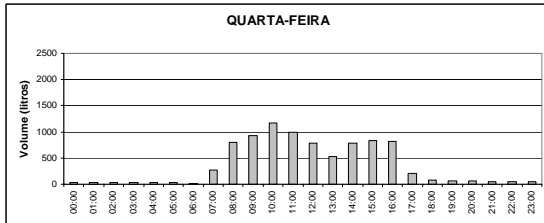
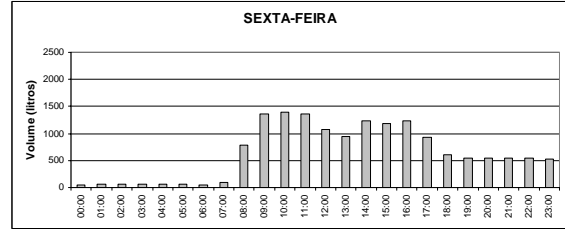
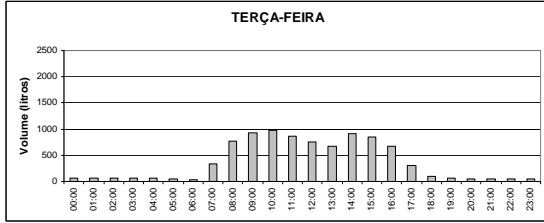
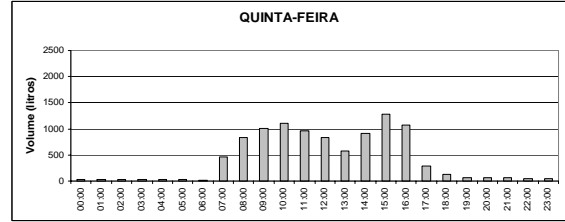
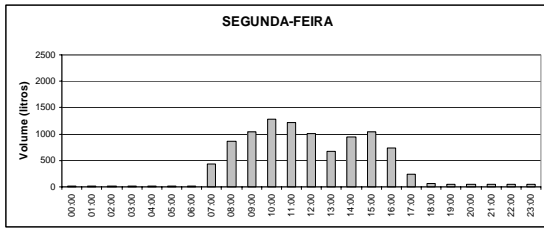


Figura D.60: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI 119, no mês de julho de 2004.

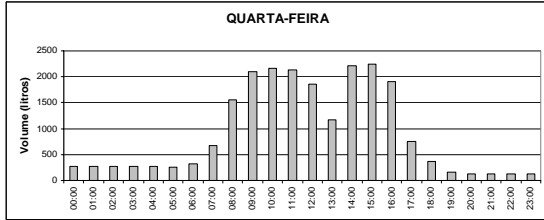
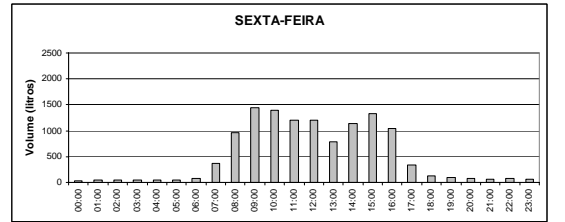
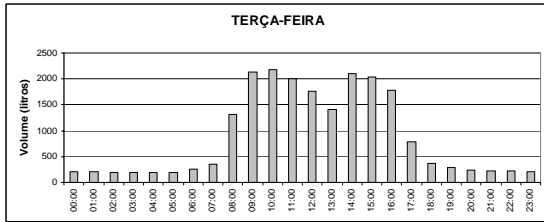
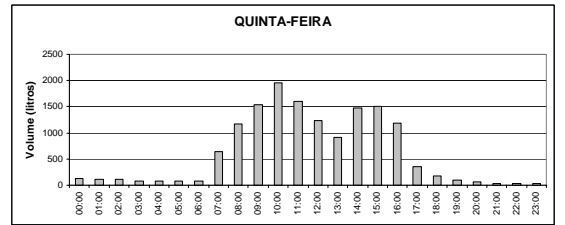
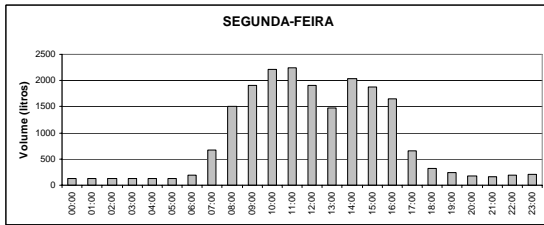


Figura D.61: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI 119, no mês de agosto de 2004.

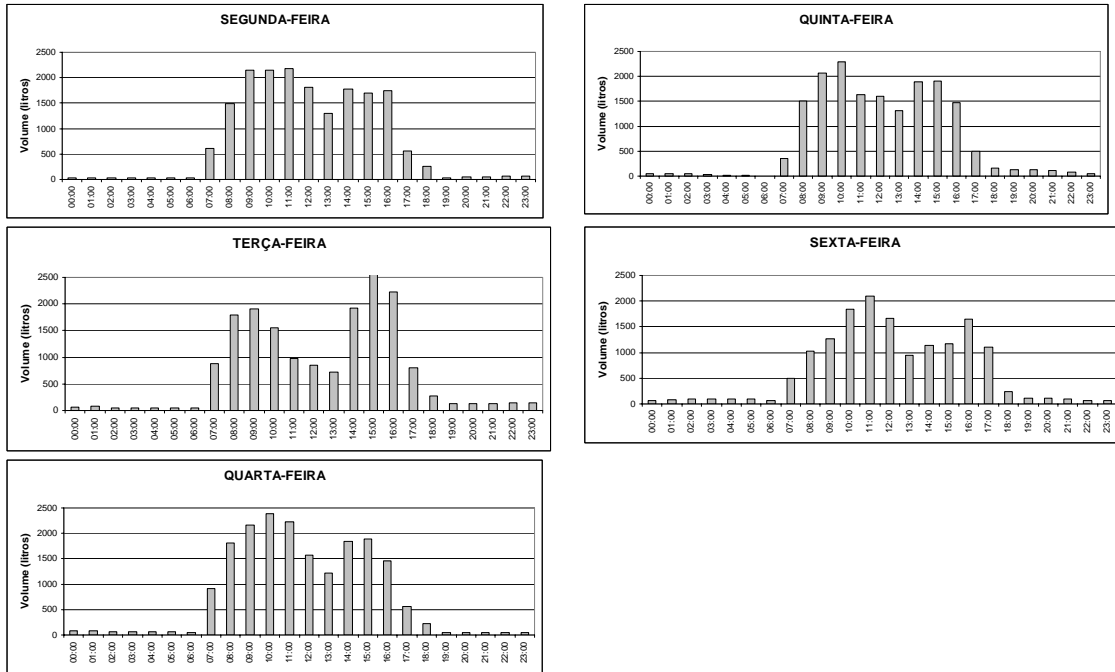


Figura D.62: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EME1 119, no mês setembro de 2004.

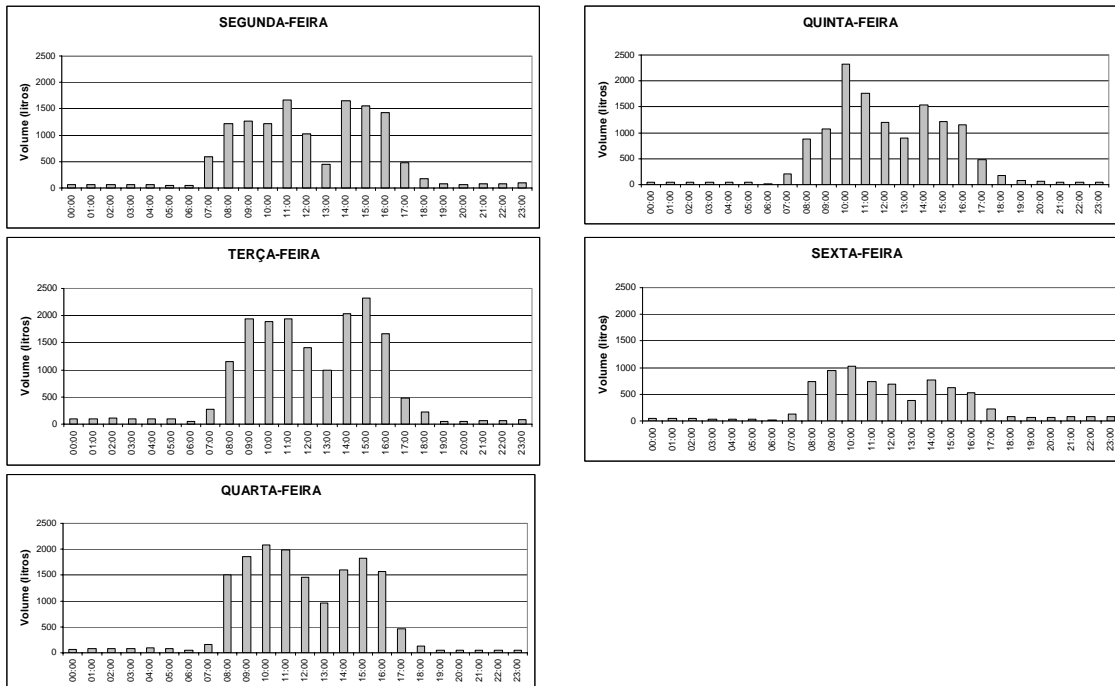


Figura D.63: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EME1 119, no mês de outubro de 2004.

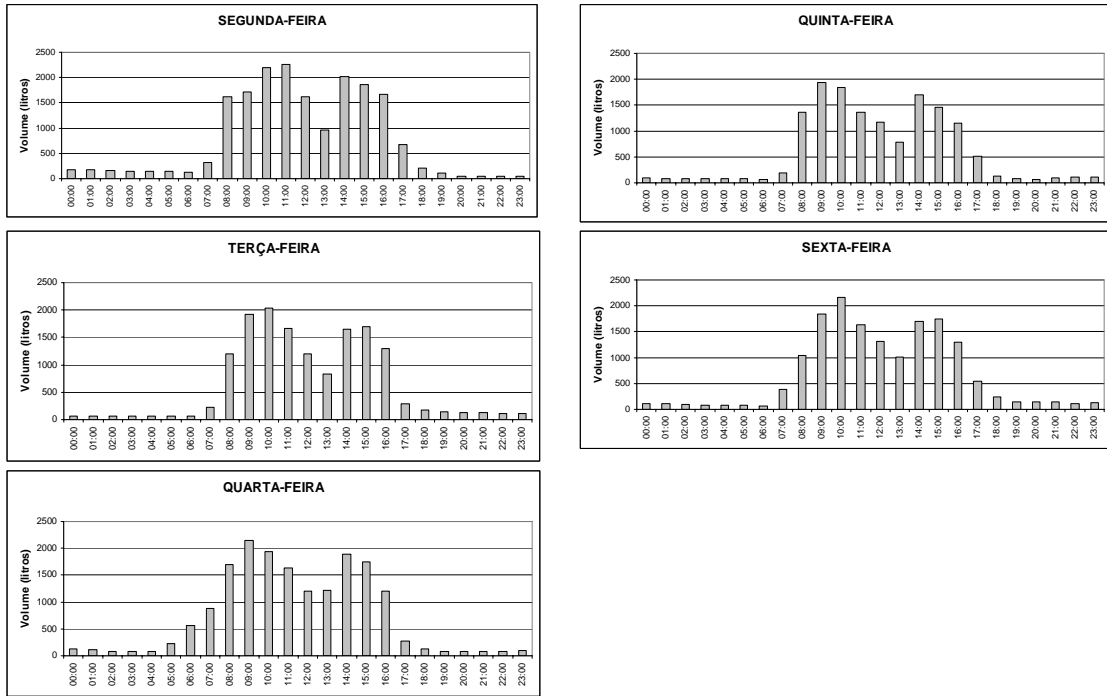


Figura D.64: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EME1 119, no mês de novembro de 2004.

CEMEI/EMEI/FUMEC 07

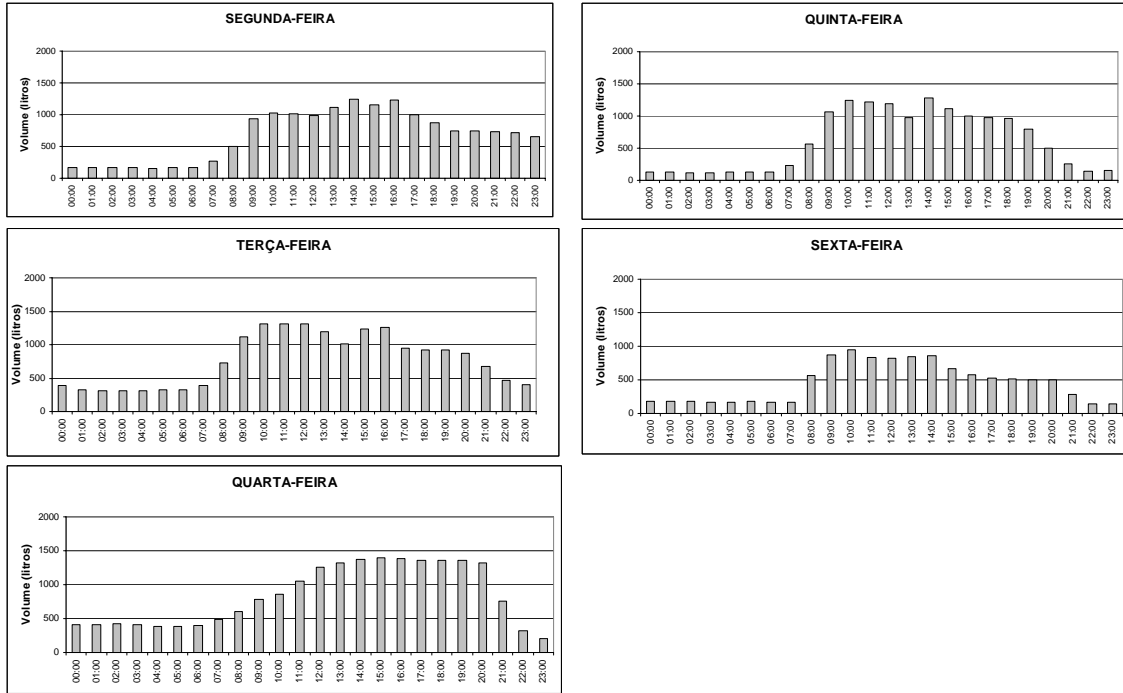


Figura D.65: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de fevereiro de 2004.

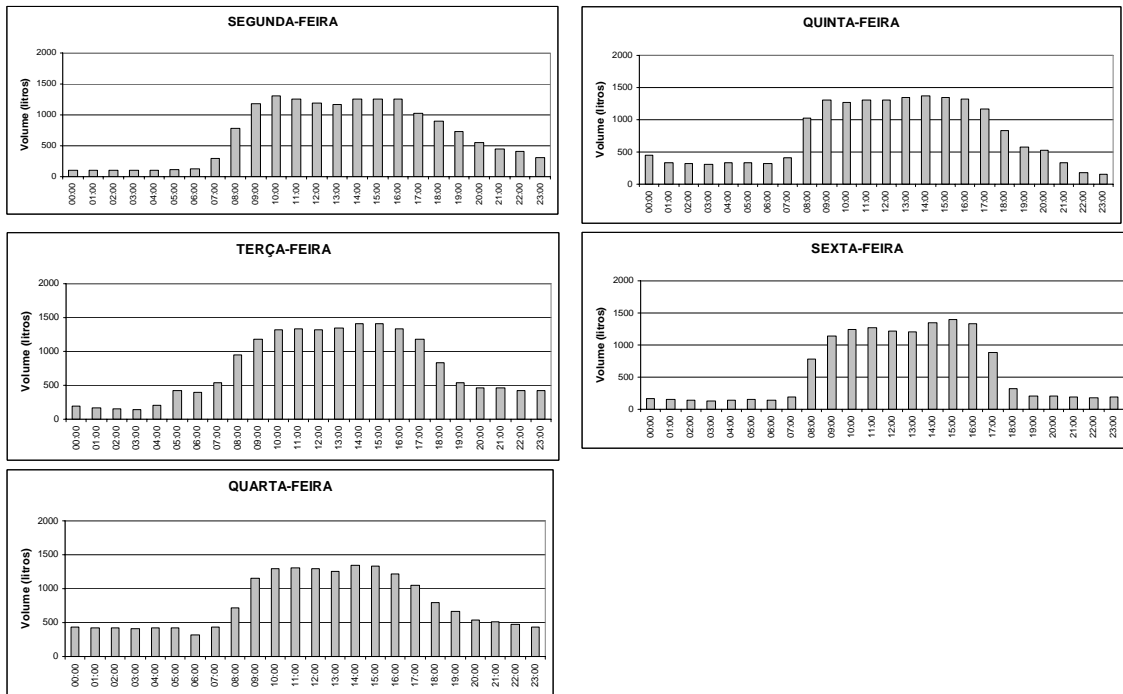


Figura D.66: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de março de 2004.

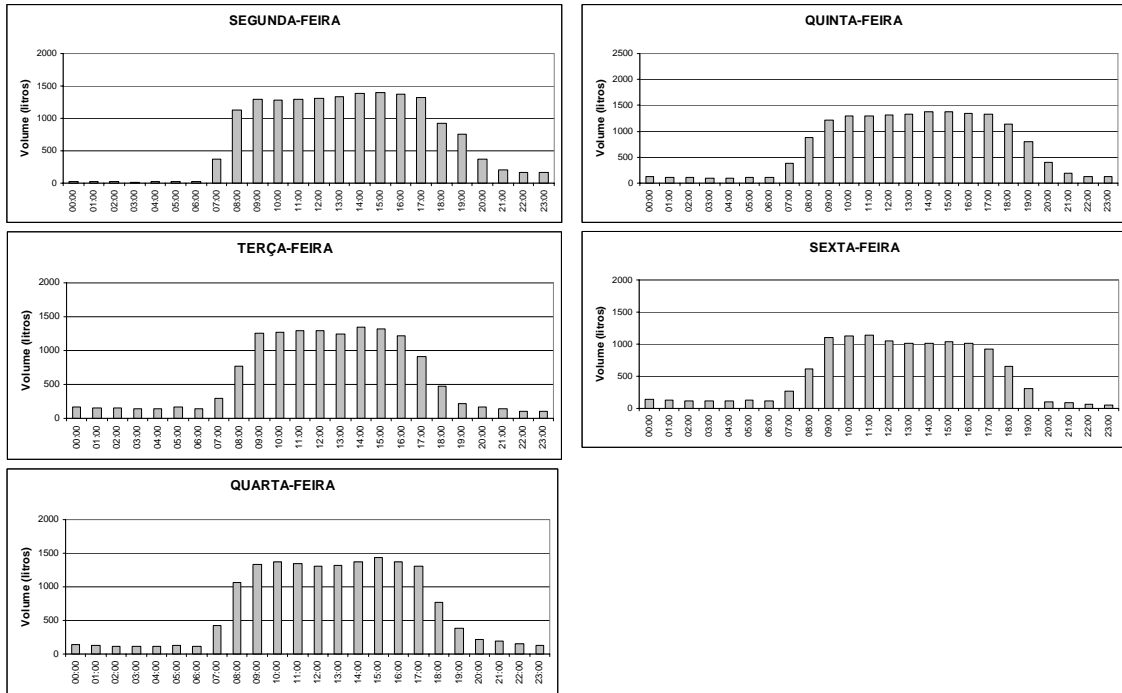


Figura D.67: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de abril de 2004.

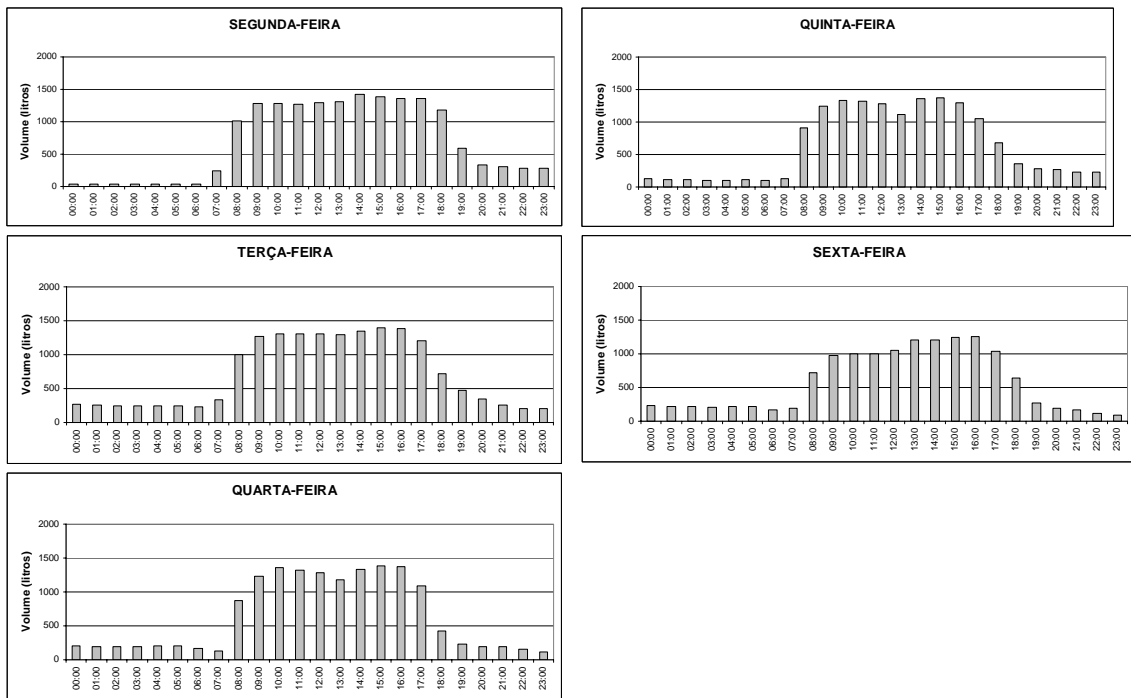


Figura D.68: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de maio de 2004.

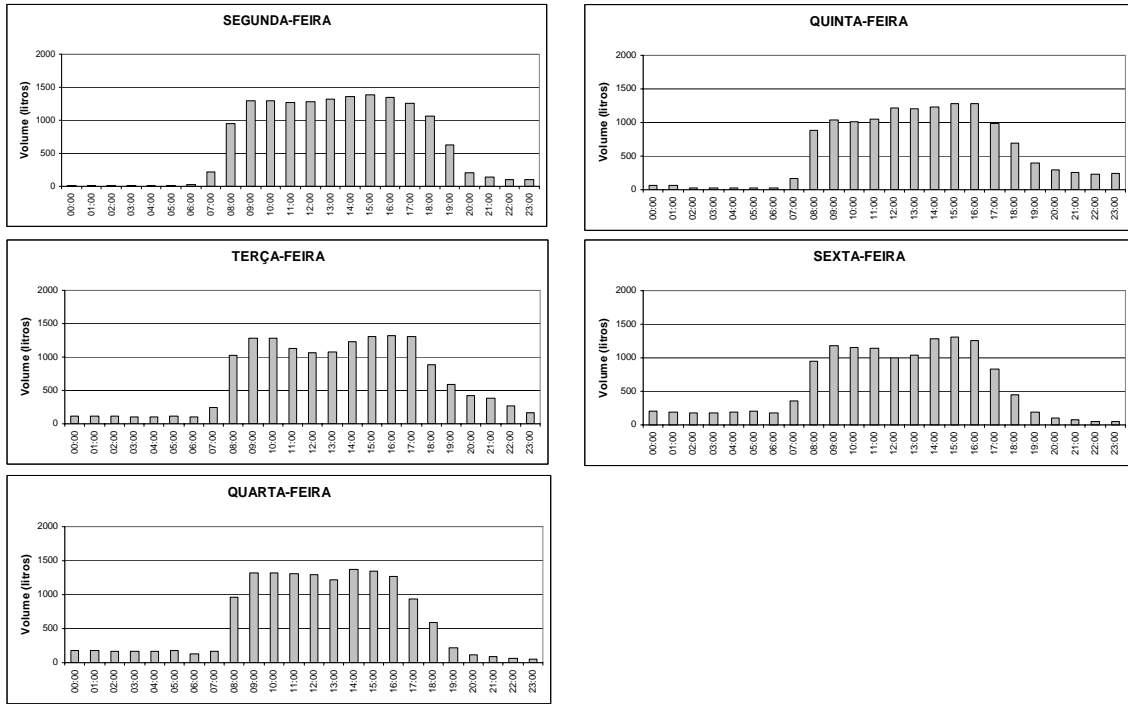


Figura D.69: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de junho de 2004.

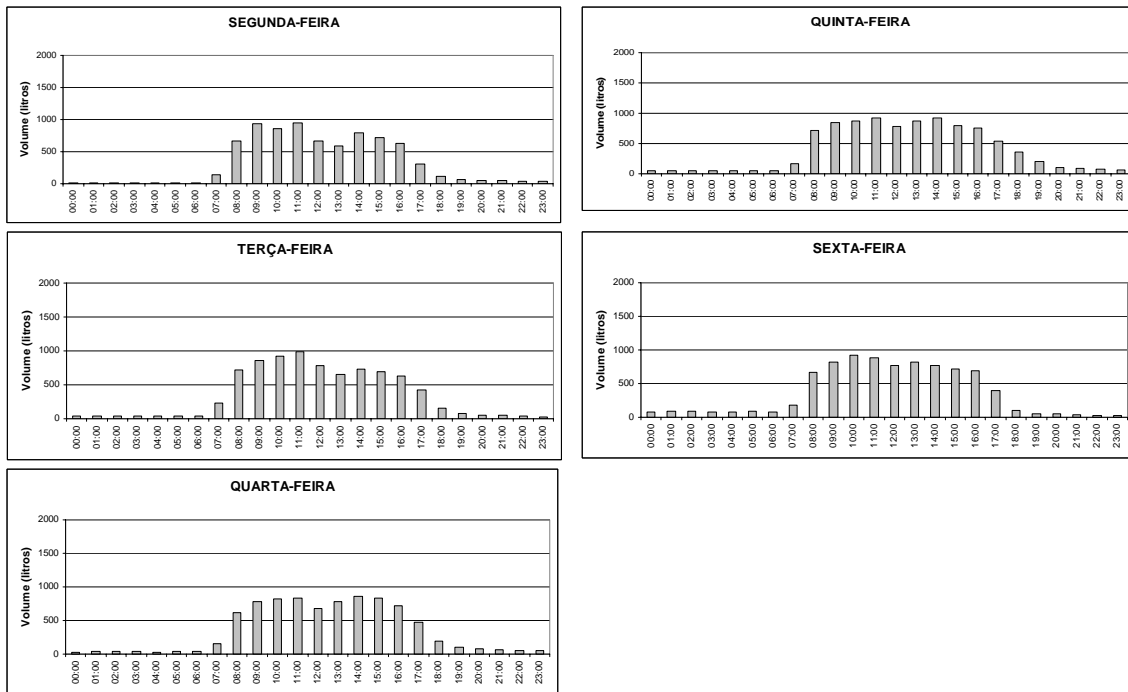


Figura D.70: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de julho de 2004.

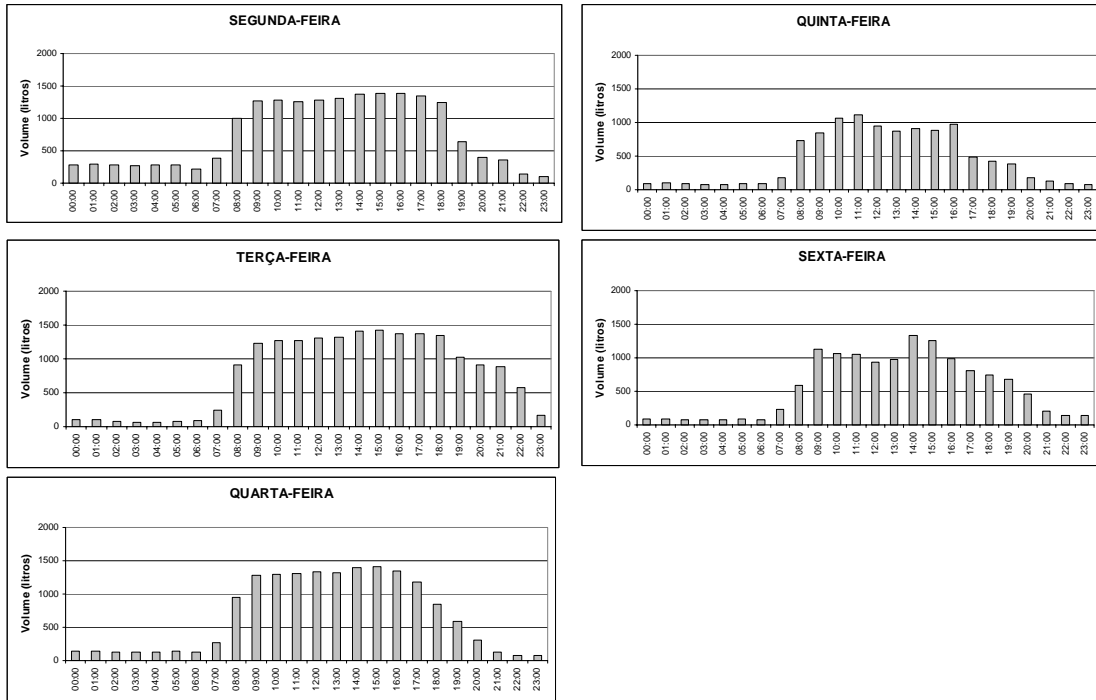


Figura D.71: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de agosto de 2004.

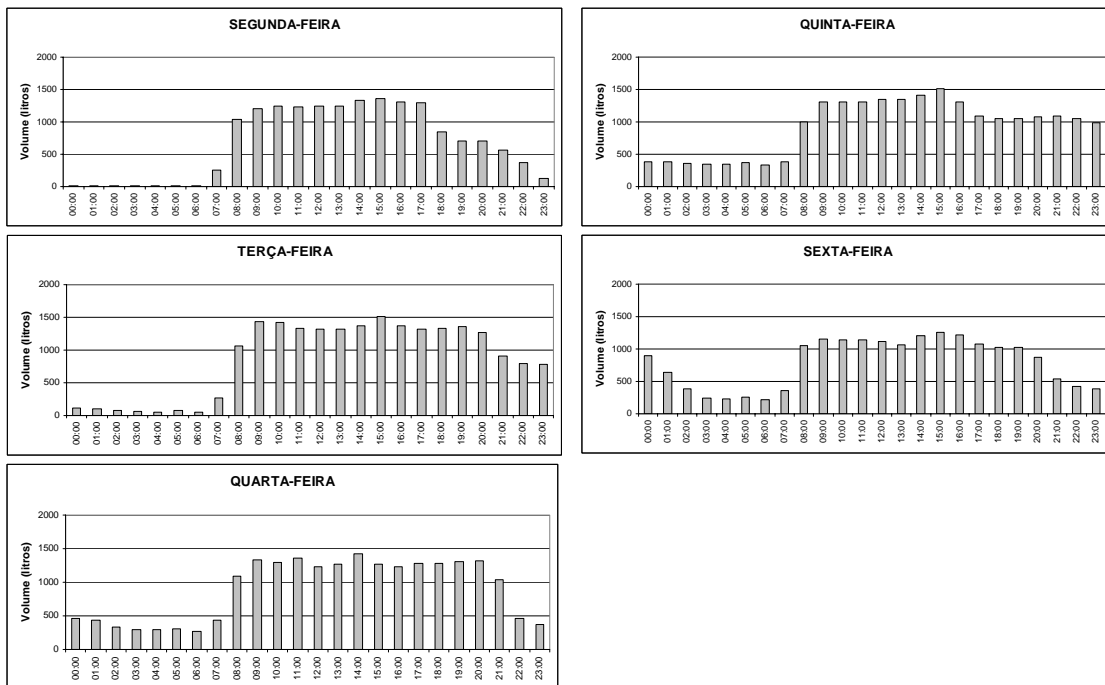


Figura D.72: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da CEMEI/EMEI/FUMEC 07, no mês de setembro de 2004.

EMEF 61

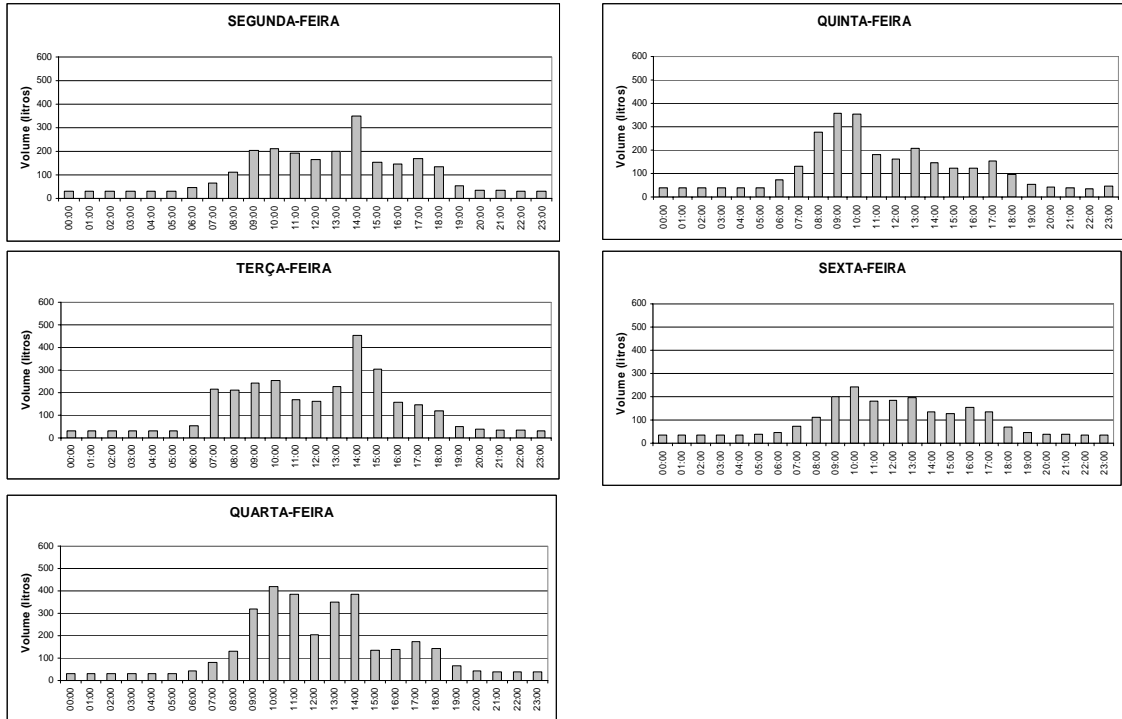


Figura D.73: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de fevereiro de 2004.

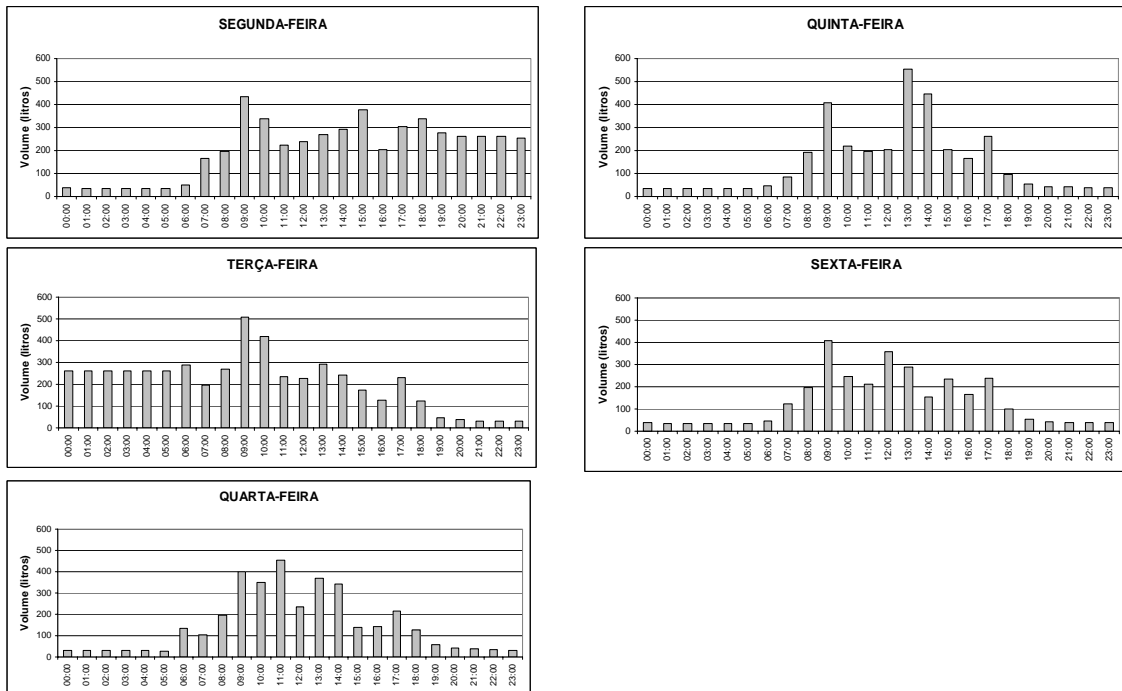


Figura D.74: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de março de 2004.

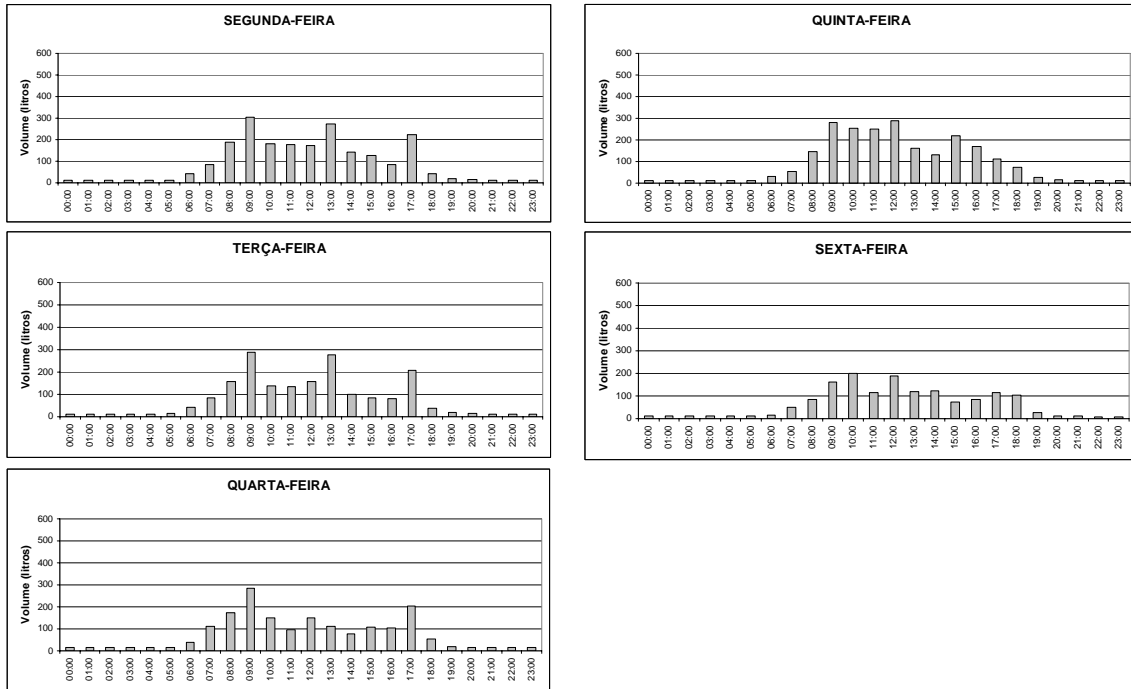


Figura D.75: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de abril de 2004.

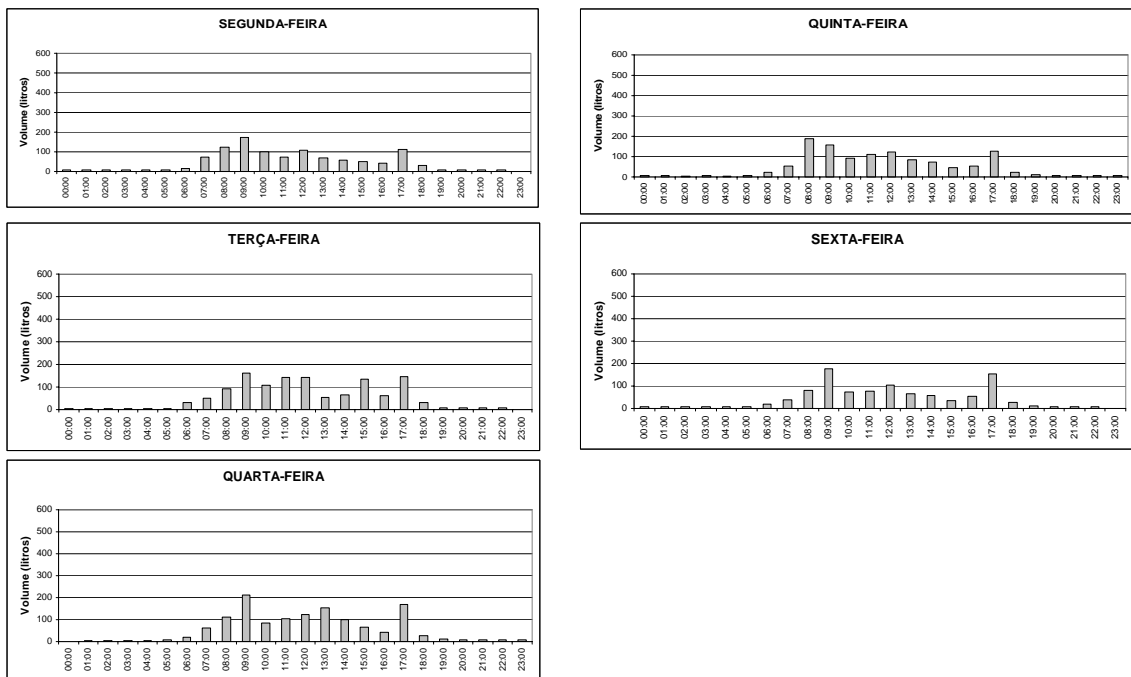


Figura D.76: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de maio de 2004.

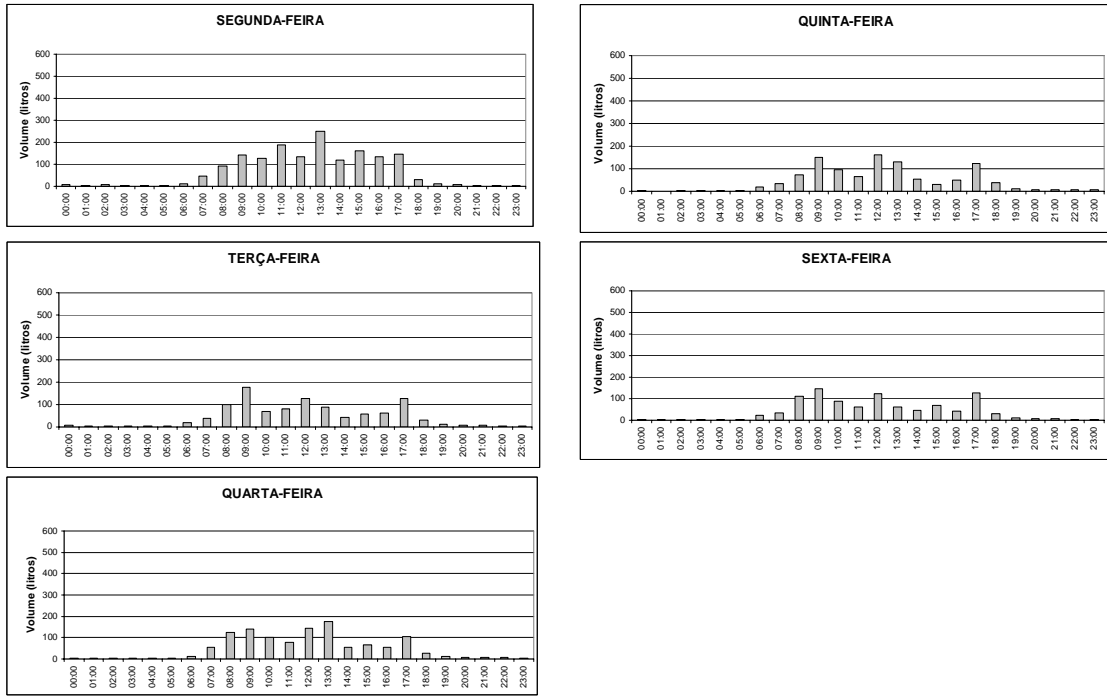


Figura D.77: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de junho de 2004.

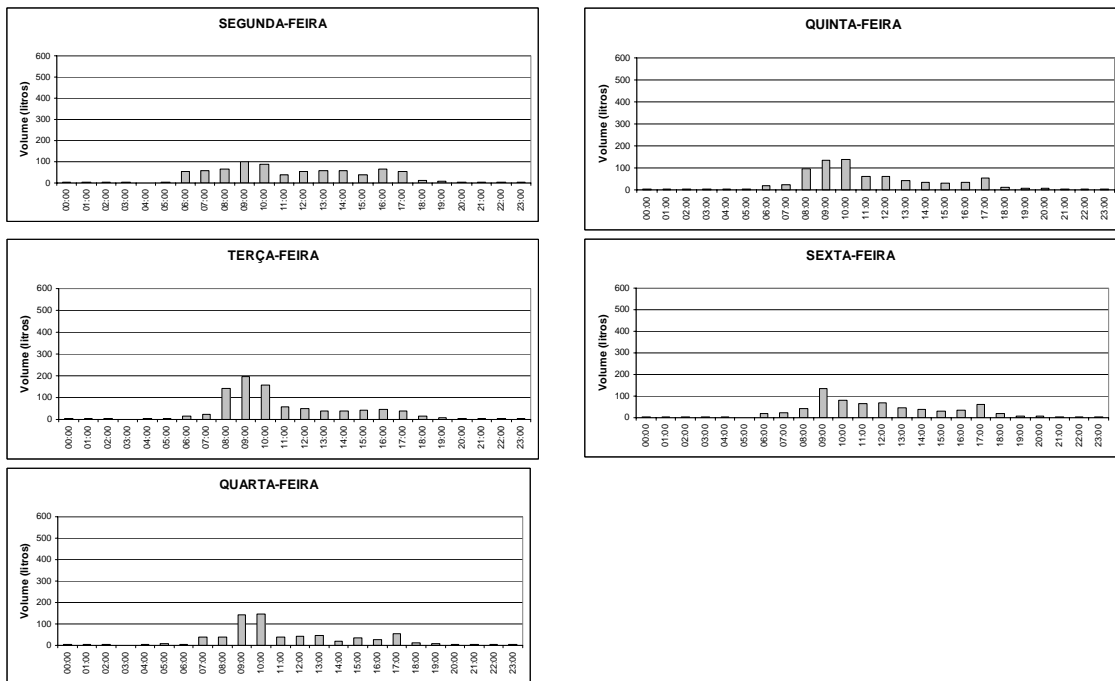


Figura D.78: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de julho de 2004.

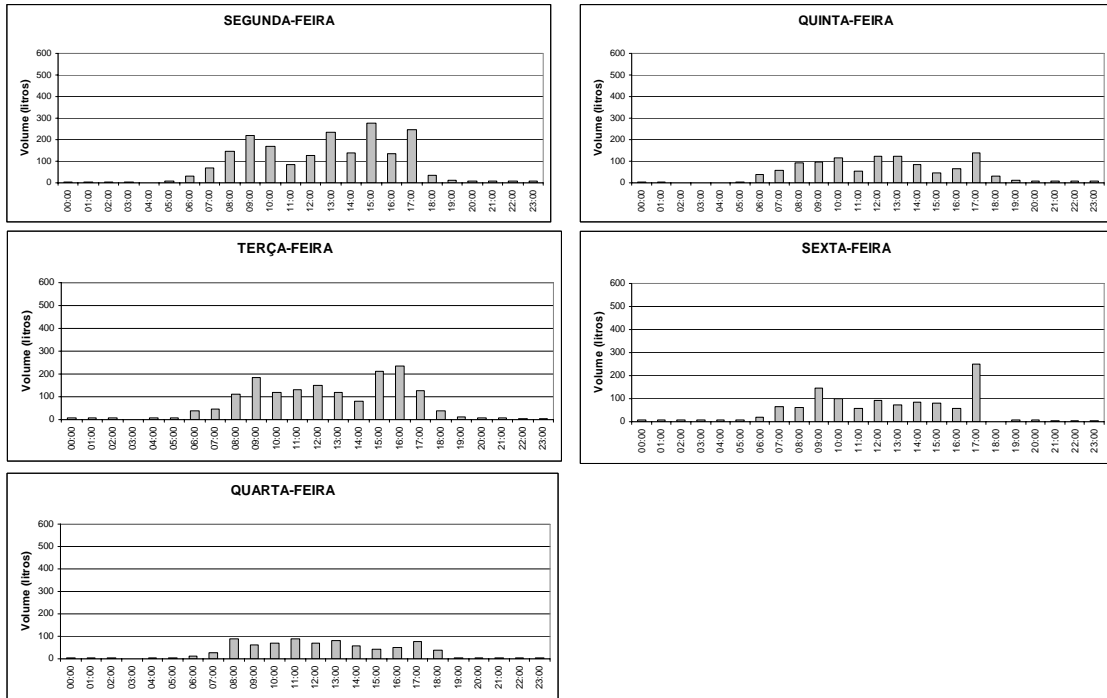


Figura D.79: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 61, no mês de agosto de 2004.

EMEF 71

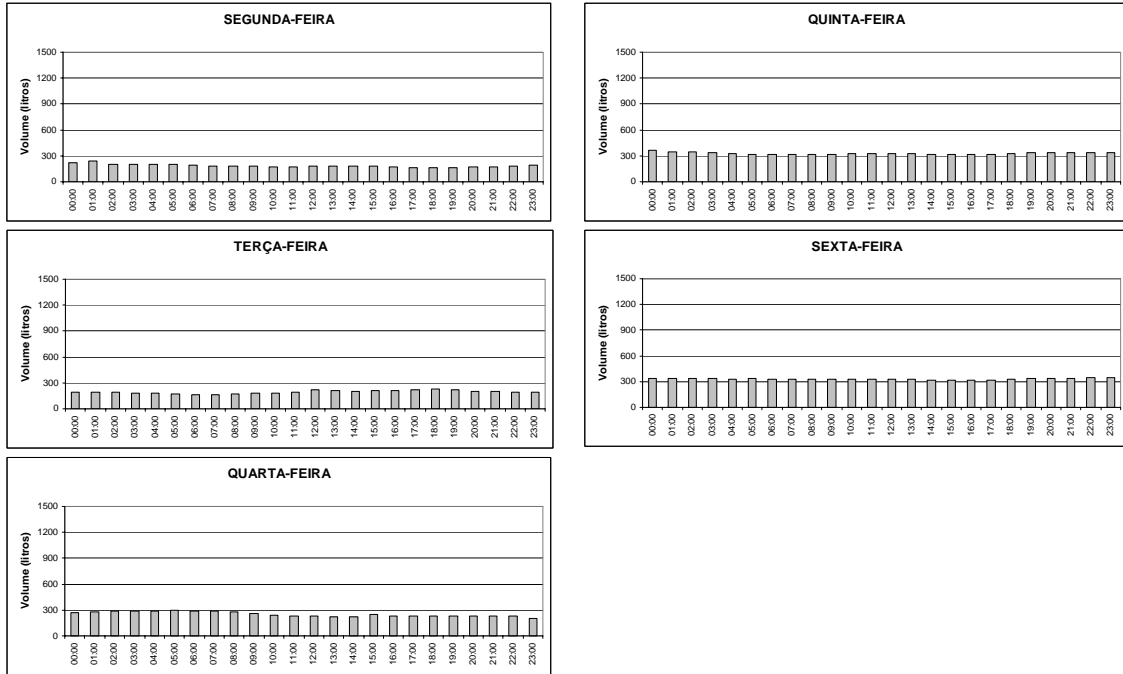


Figura D.80: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de março de 2004.

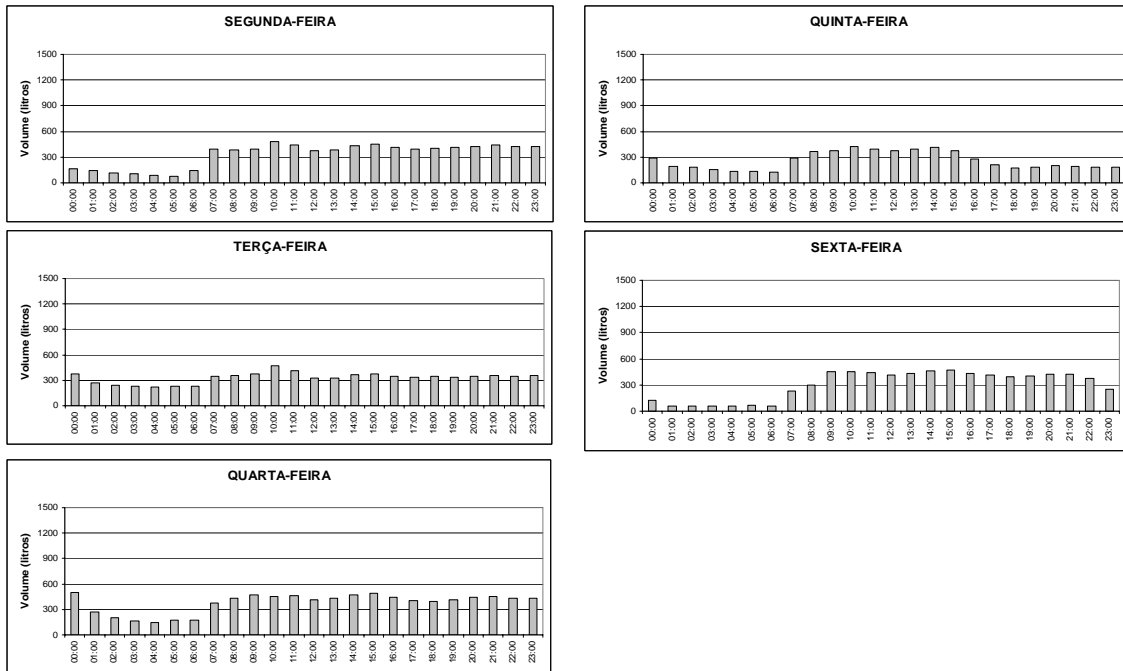


Figura D.81: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de abril de 2004.

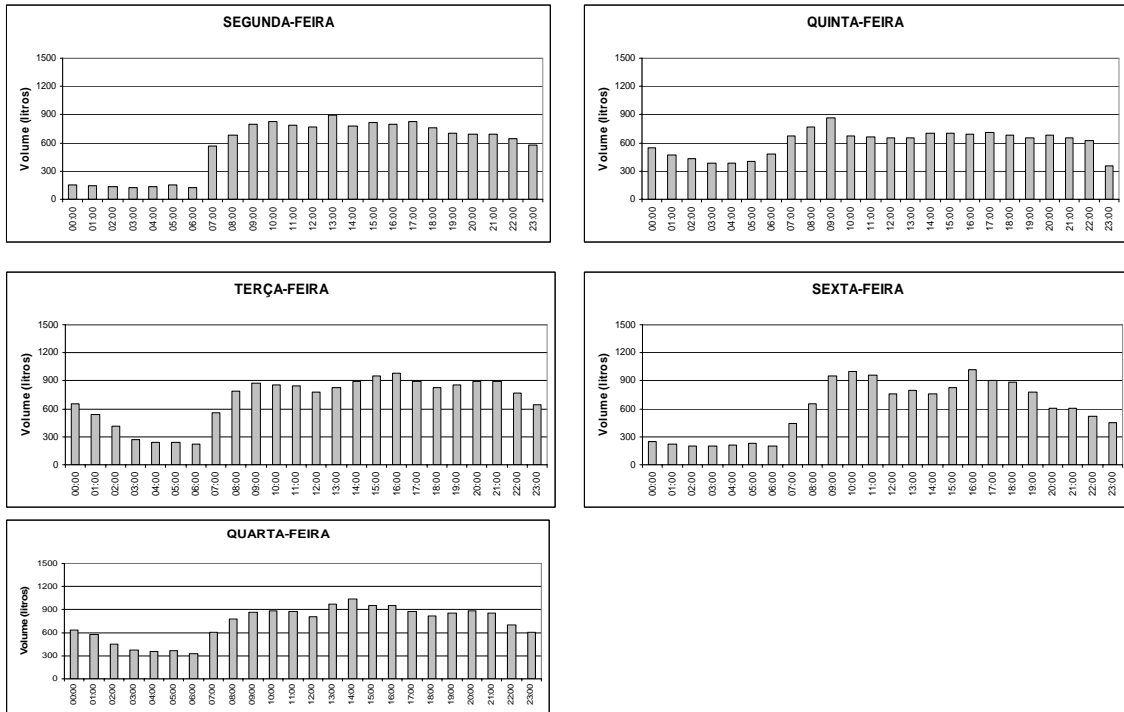


Figura D.82: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de maio de 2004.

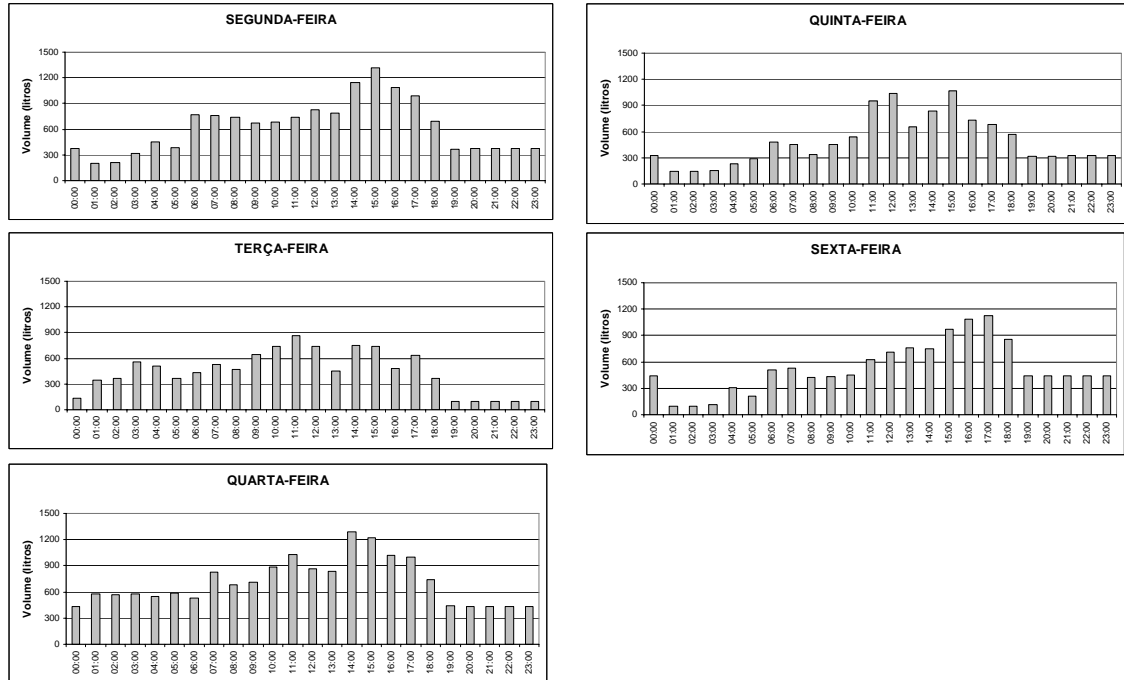


Figura D.83: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de junho de 2004.

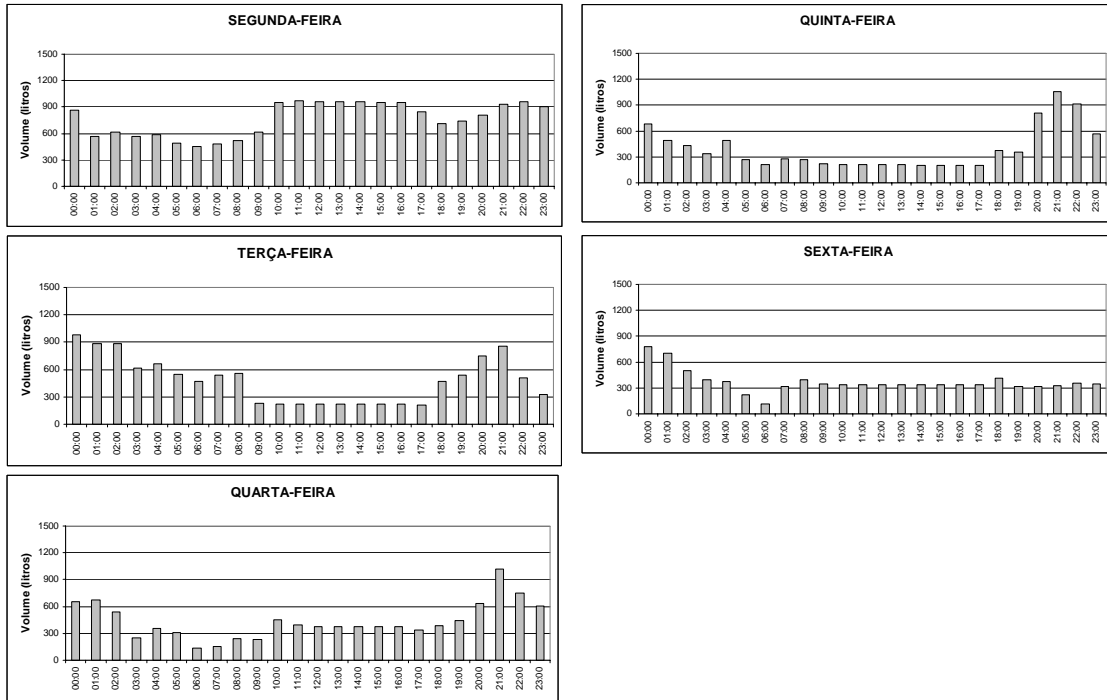


Figura D.84: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de setembro de 2004.

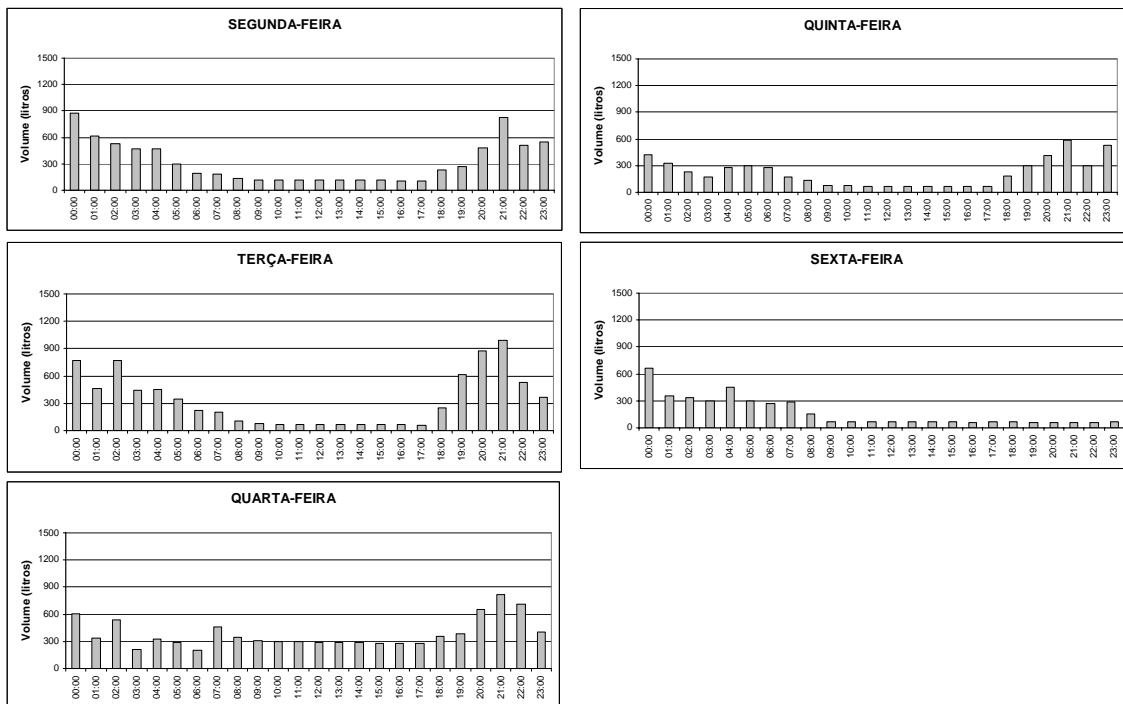


Figura D.85: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de outubro de 2004.

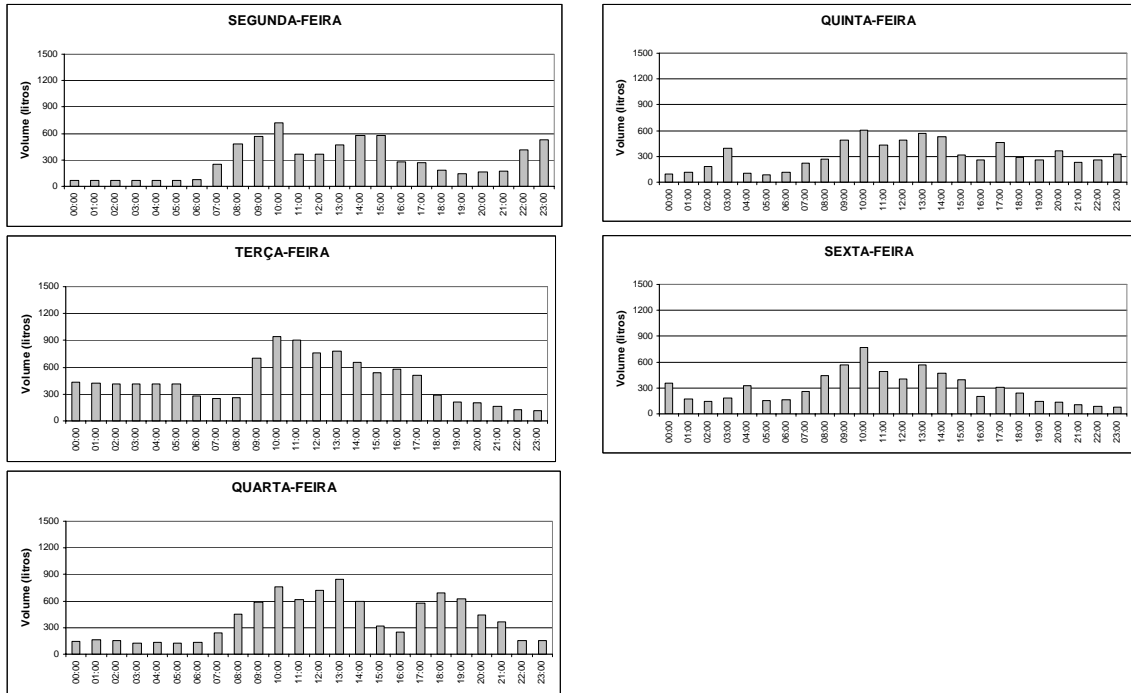


Figura D.86: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF 71, no mês de novembro de 2004.

EMEF/SUPLETIVO 59

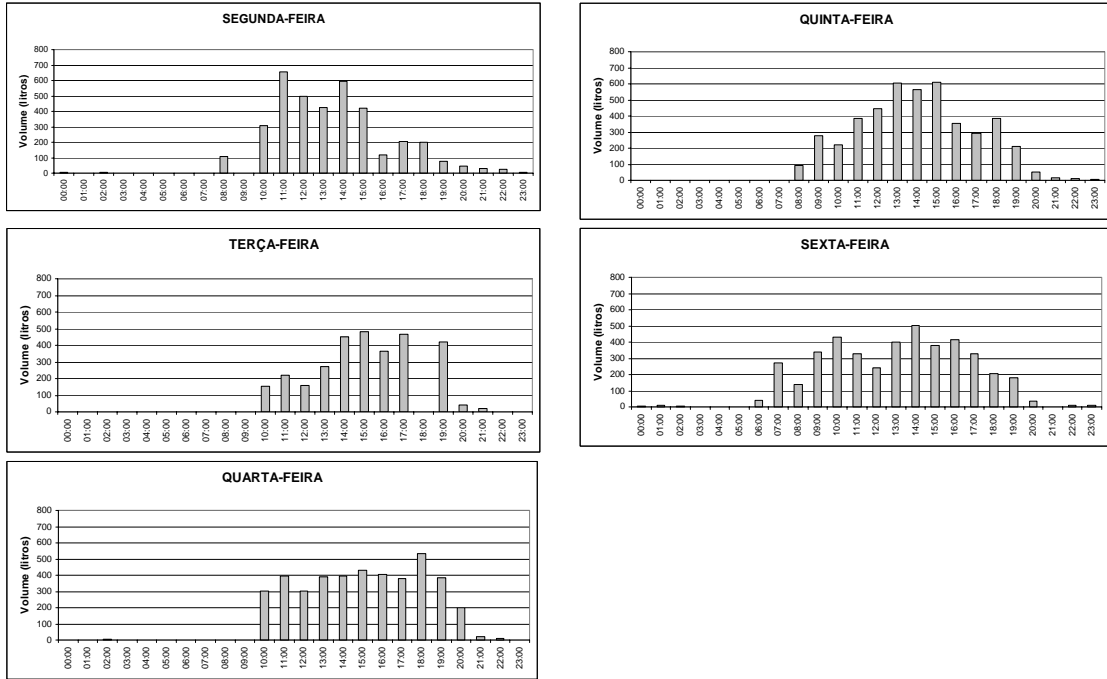


Figura D.87: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 59, no mês de fevereiro de 2004.

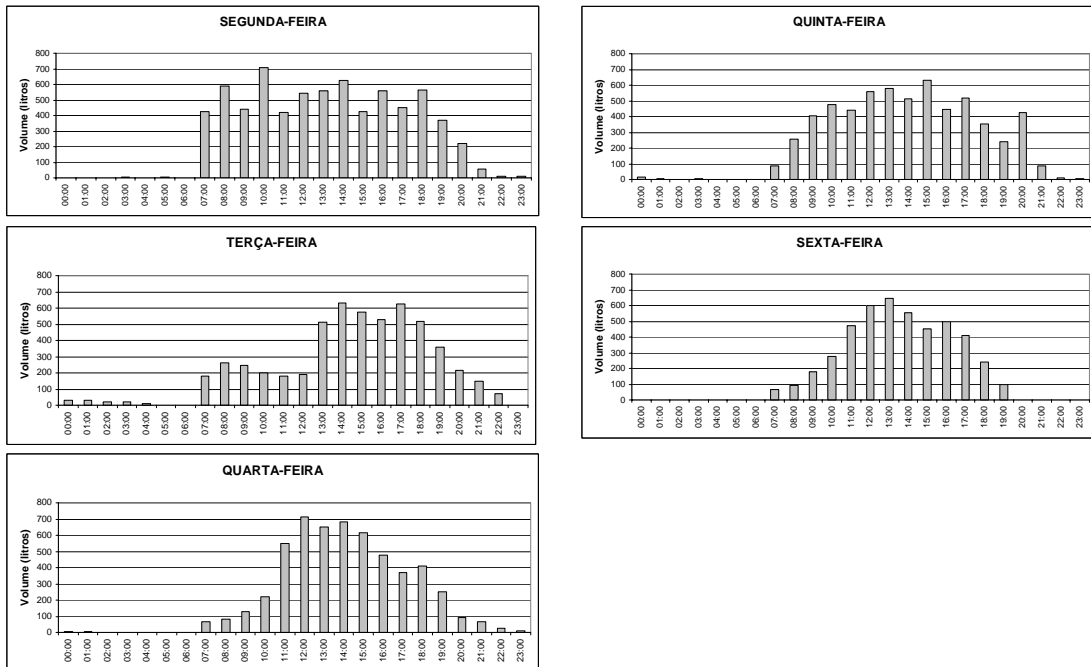


Figura D.88: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 59, no mês de março de 2004.

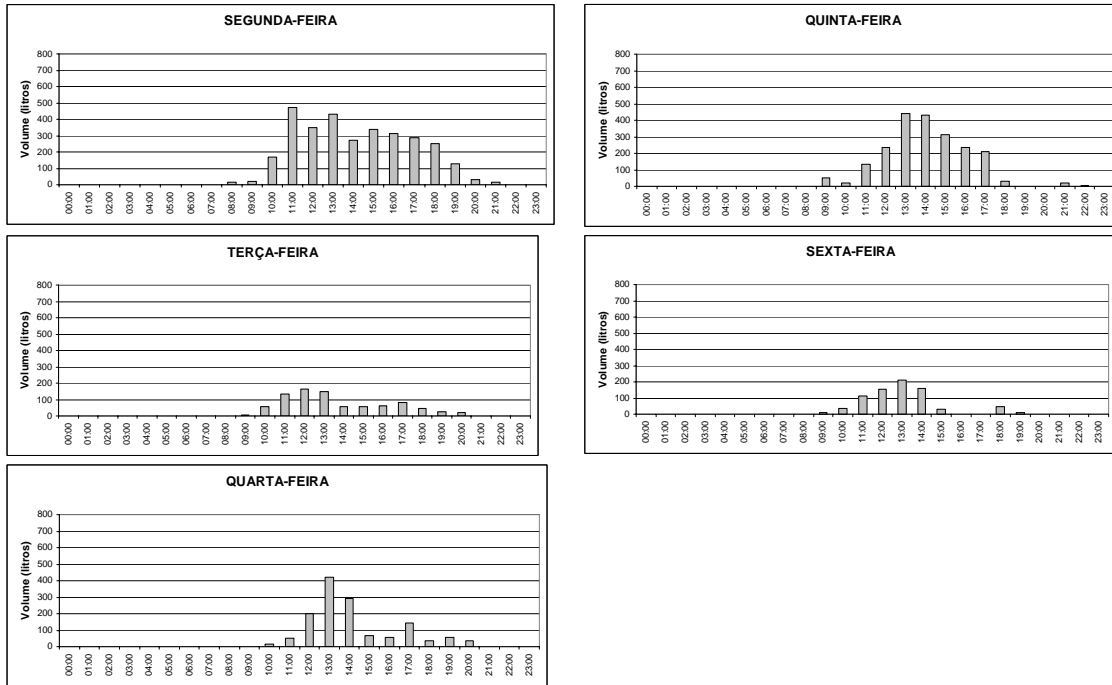


Figura D.89: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 59, no mês de agosto de 2004.

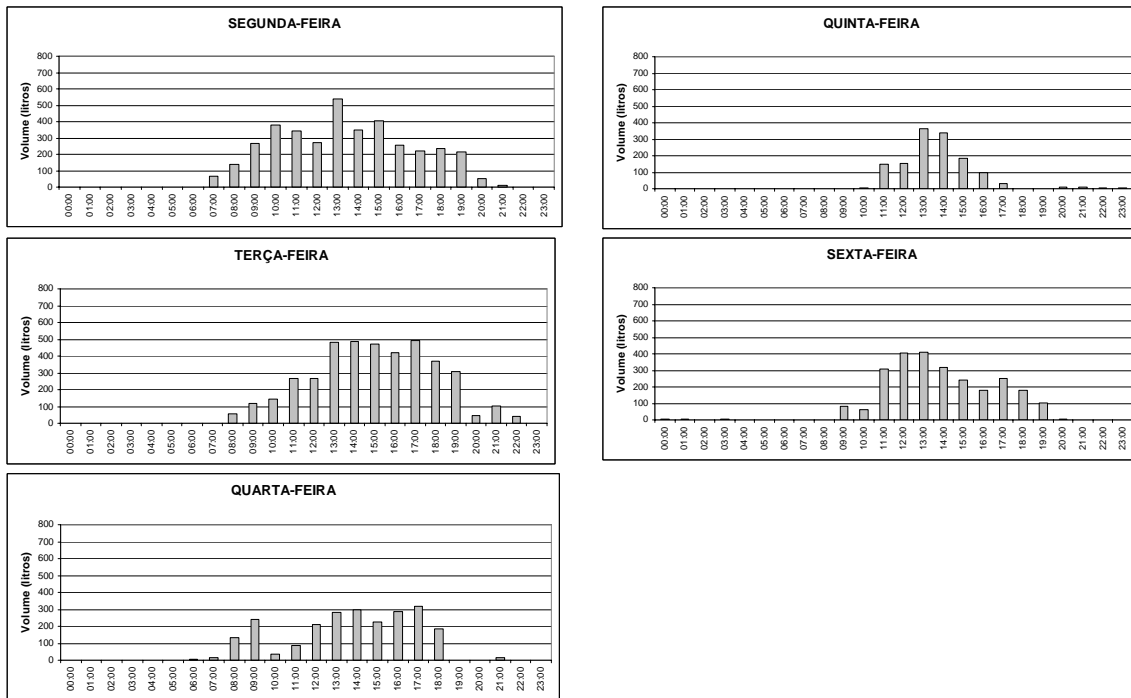


Figura D.90: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 59, no mês de setembro de 2004.

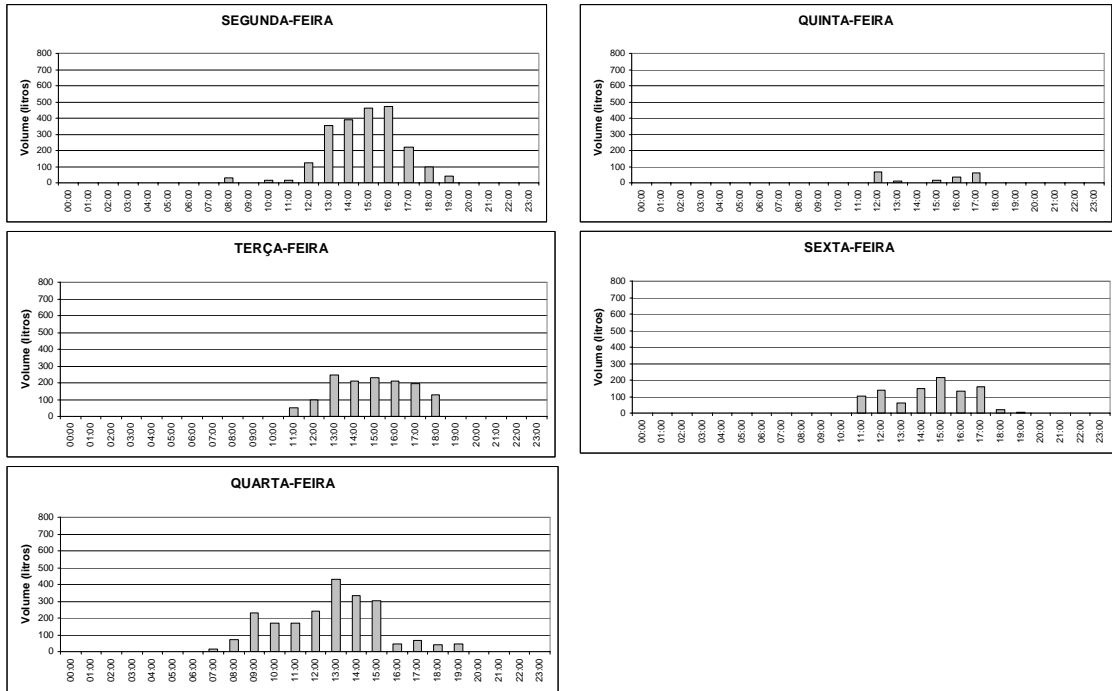


Figura D.91: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 59, no mês de outubro de 2004.

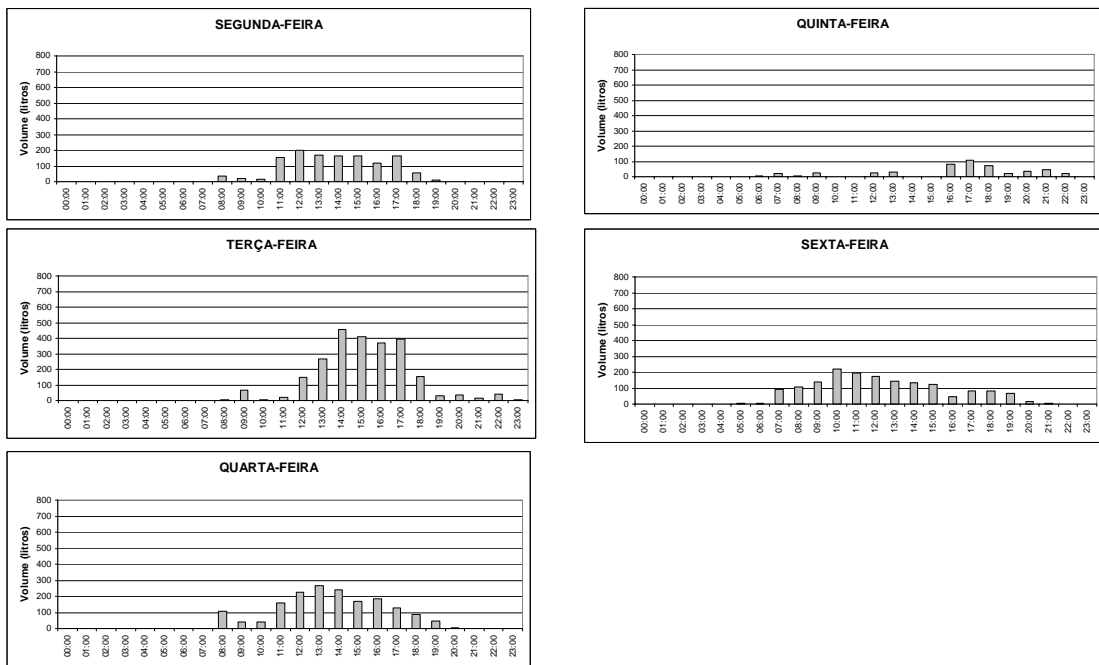


Figura D.92: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 59, no mês de novembro de 2004.

EMEF/SUPLETIVO 70

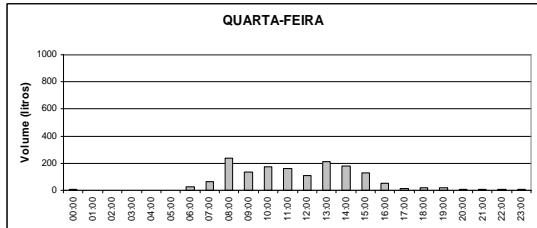
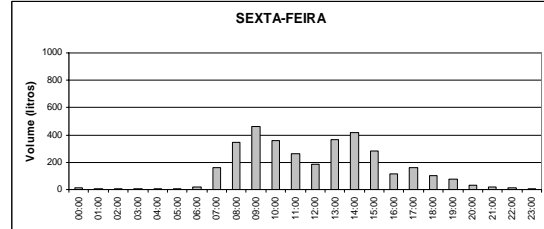
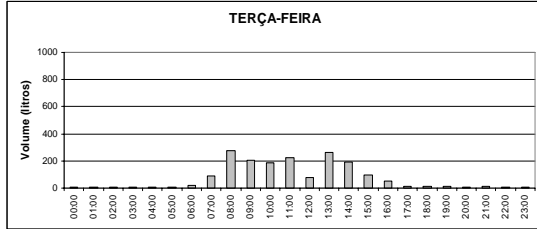
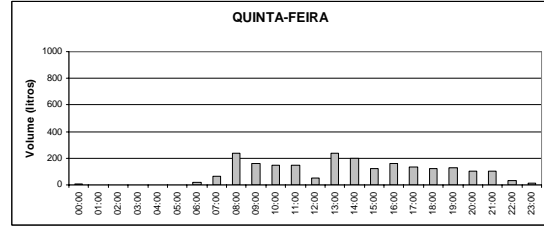
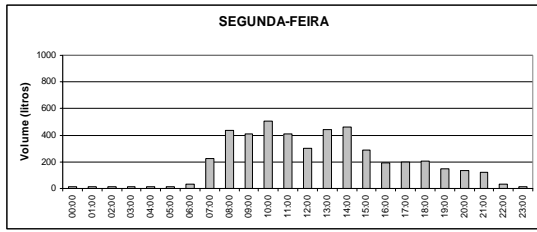


Figura D.93: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de maio de 2004.

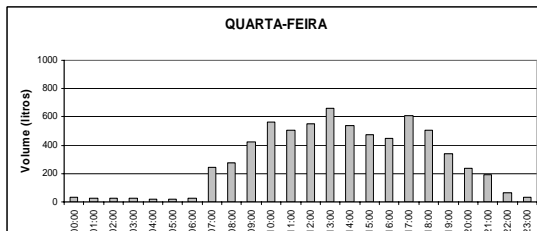
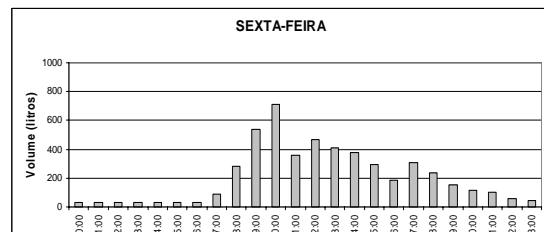
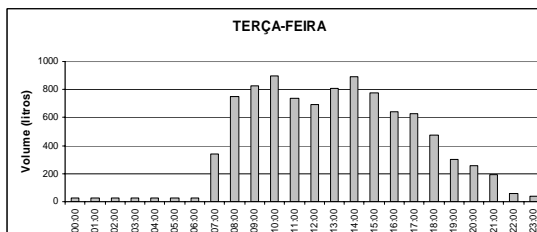
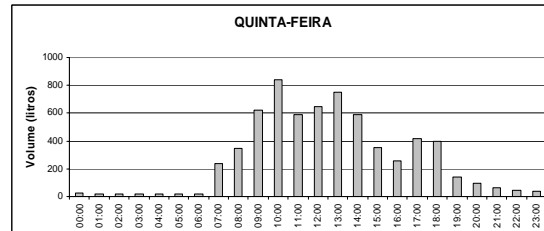
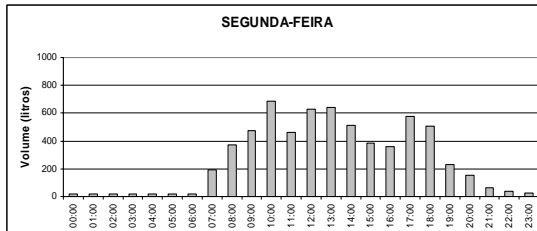


Figura D.94: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de junho de 2004.

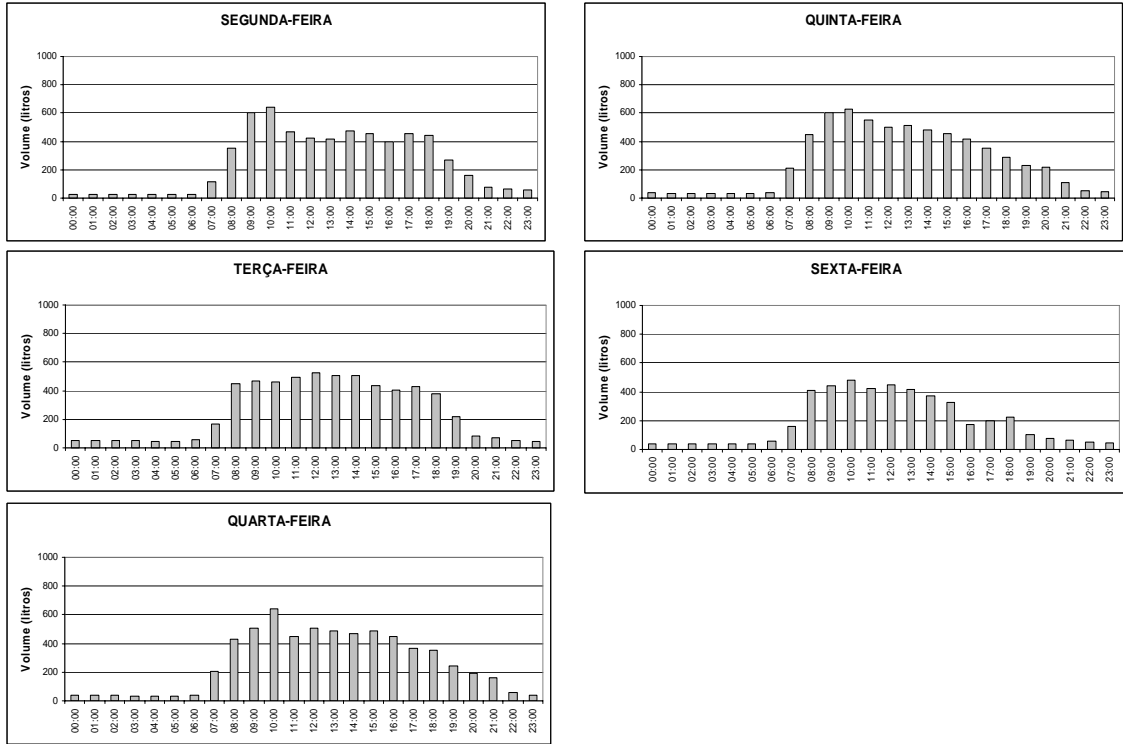


Figura D.95: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de julho de 2004.

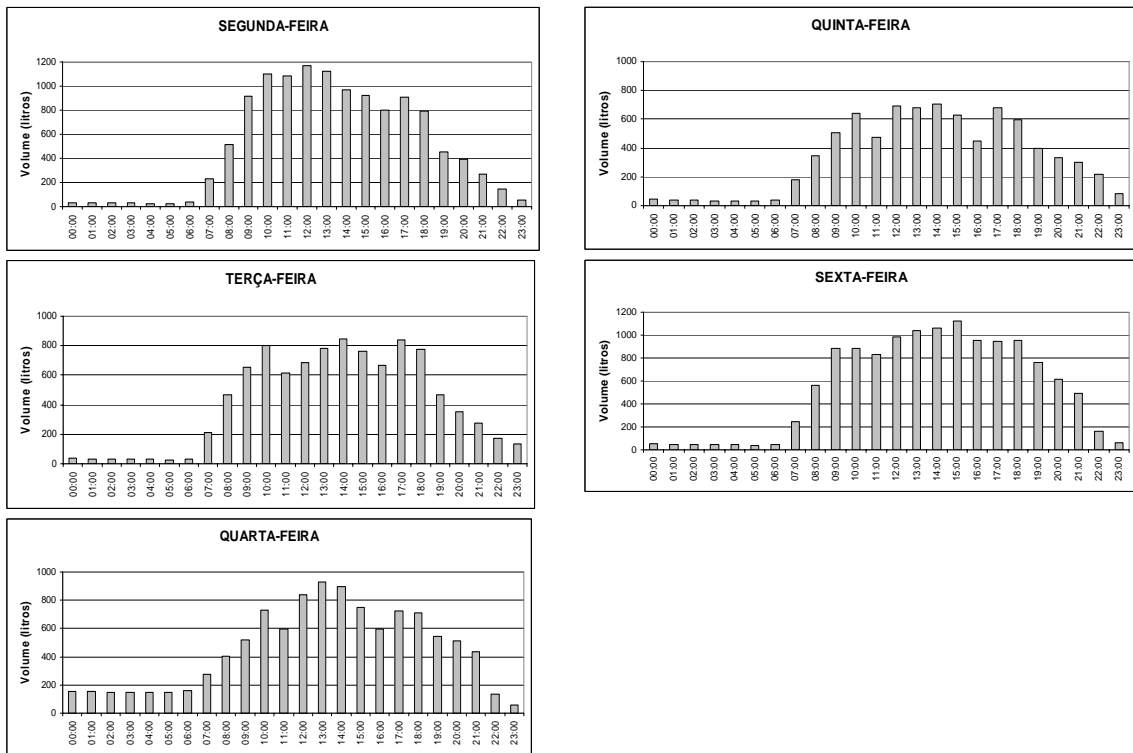


Figura D.96: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de agosto de 2004.

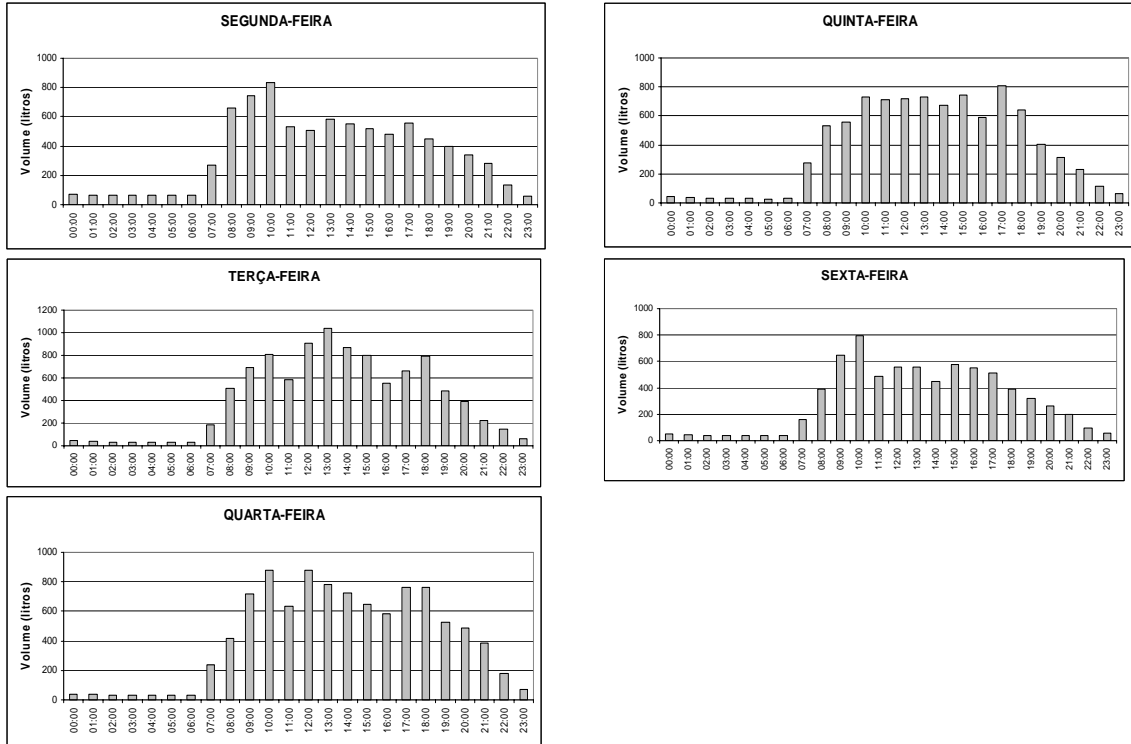


Figura D.97: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de setembro de 2004.

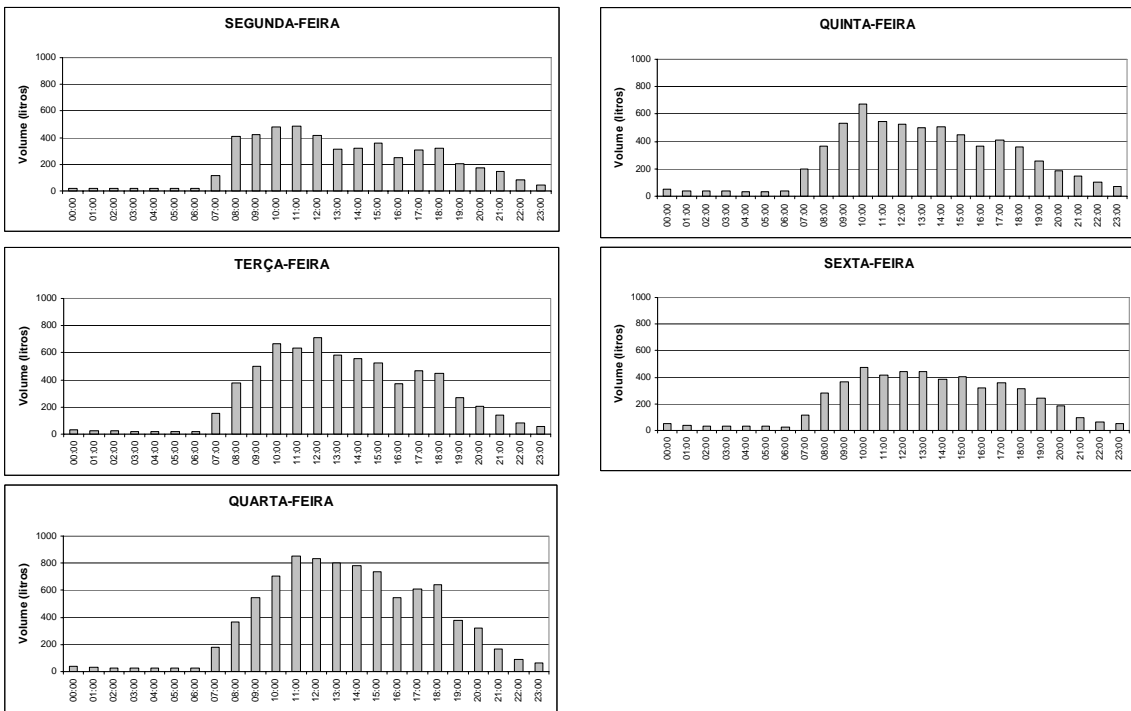


Figura D.98: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de outubro de 2004.

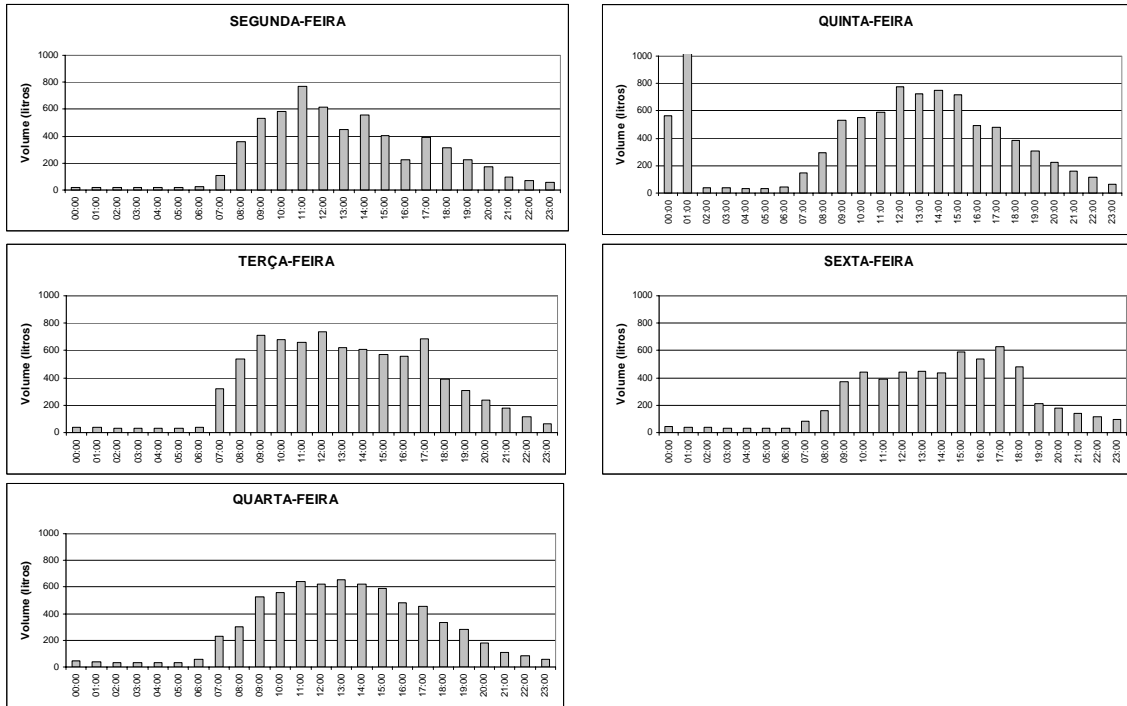


Figura D.99: Perfil de abastecimento horário por dia da semana da EMEF/SUPLETIVO 70, no mês de novembro de 2004.

ANEXO E – CONCEITOS GERAIS DE ESTATÍSTICA UTILIZADOS NAS ANÁLISES EFETUADAS

Fonte: SCHNEIDERMAN, B.; COSTA NETO, P. L. O. **Estatística: Fundamentos – 1a. parte.** local: Escola de Engenharia Mauá, 1979. 332p.

Fonte: Reproduzido a partir de Colli, G. R. **Análise de Variância.** Notas de aula da disciplina Estatística Aplicada em Ecologia. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia - Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/grcolli/disciplinas/estat/aula05.htm>>. Acesso em: 29 jan 2005. *apud* YWASHIMA, L.A. **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo.** Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo, 2005 (Dissertação de Mestrado).

E – 1: MEDIANA E GRÁFICOS DO TIPO *BOXPLOT*

Considere a Figura E-0-1, que consiste em gráfico denominado *BoxPlot*. As linhas centrais dos retângulos constantes na referida figura representam a mediana da distribuição de freqüência dos dados.

Conforme Schneiderman; Costa Neto (1979), a mediana de uma distribuição em classes de freqüências pode ser geometricamente interpretada como o ponto tal que uma vertical por ele traçada divide a área sob o histograma em duas partes iguais. A idéia da mediana, segundo os mesmos autores, é dividir o conjunto ordenado dos dados em dois subconjuntos com iguais números de elementos. Generalizando, tem-se os chamados quartis, cuja idéia é dividir o conjunto ordenado de valores em quatro subconjuntos com igual número de elementos, cuja determinação é efetuada de modo semelhante à mediana. Assim, o segundo quartil corresponde à própria mediana.

Voltando ao gráfico *BoxPlot*, a altura do retângulo obtido é chamada de distribuição interquartil (DI). Os traços horizontais ao final das linhas verticais são traçados sobre o último ponto (de um lado ou de outro) que não é considerado um *outlier* (“ponto fora da curva” ou “ponto discrepante”). No caso do *BoxPlot* em geral, existe uma definição formal para os pontos discrepantes, qual seja: pontos acima do valor do 3º quartil somado a 1,5 vezes o valor de DI ou os pontos abaixo do valor do 1º quartil diminuído de 1,5 vezes a DI são considerados “pontos discrepantes”.

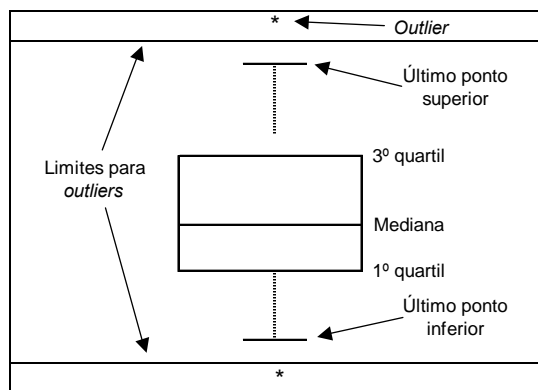


Figura E-0-1:Gráfico tipo *Box Plot*.

E – 2: TESTE DE KRUSKAL WALLIS

A estatística de Kruskal Wallis é definida por:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Onde:

k = número de amostras

n_j = número de casos na amostra j

$N = \sum n_j$, número de casos em todas as amostras combinadas

R_j = soma de postos na amostra (coluna) j

$\sum_{j=1}^k$ = indica somatório sobre todas as k amostras (colunas)

O procedimento para a realização desse teste é composto pelas seguintes etapas:

(a) dispor, em postos, as observações de todos os k grupos em uma série, atribuindo-lhes postos de 1 a n (b) determinar o valor de R (soma dos postos) para cada um dos k grupos de postos (c) se houver observações empatadas, calcular o valor de H pela fórmula acima e dividir por $1 - \frac{\sum T}{N^2 - N}$, onde $\sum T = \sum (t - t)$ e t é o número de observações no grupo i de observações empatadas (d) a significância de um valor tão grande quanto o valor observado de H pode ser determinada mediante referência à uma tabela de χ^2 com graus de liberdade (GL) igual a k-1 (e) rejeita-se a hipótese nula quando, para um determinado valor de significância previamente fixado, o valor calculado de H for superior ao valor crítico da tabela

-caso a hipótese nula seja rejeitada, utilizar o teste de comparação múltipla, abaixo descrito, para testar diferenças entre médias par a par:

$$Q = \frac{(\bar{R}_g - \bar{R}_k)}{SE}$$

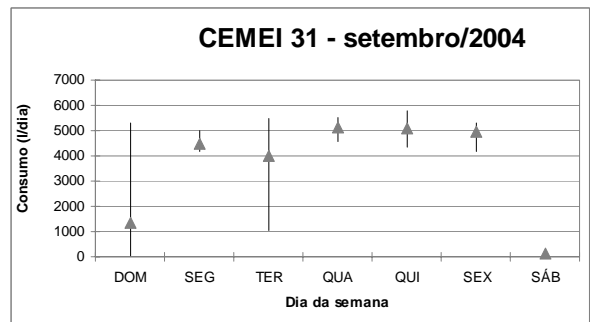
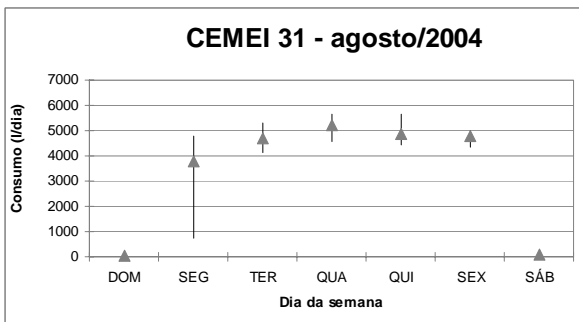
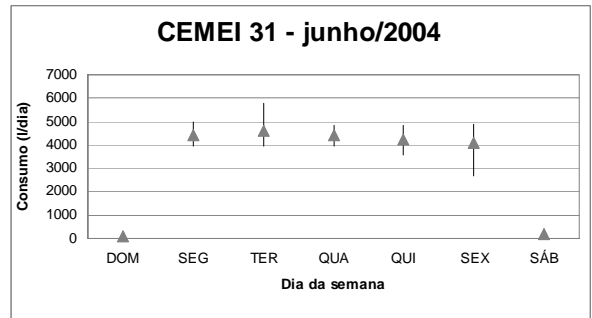
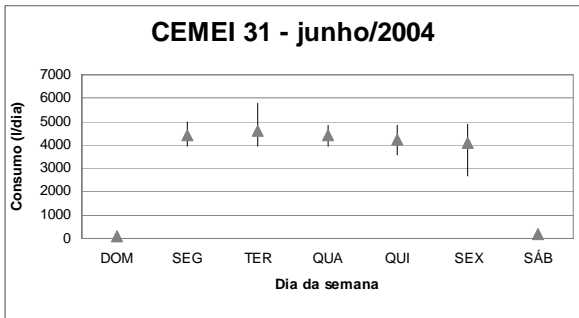
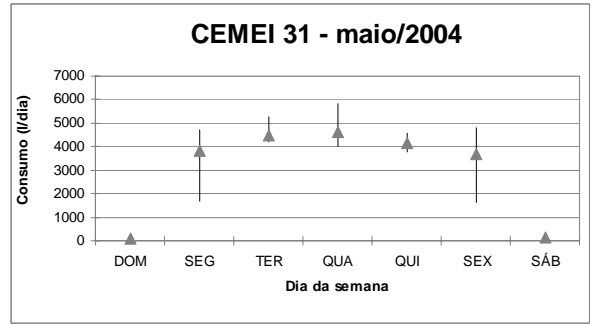
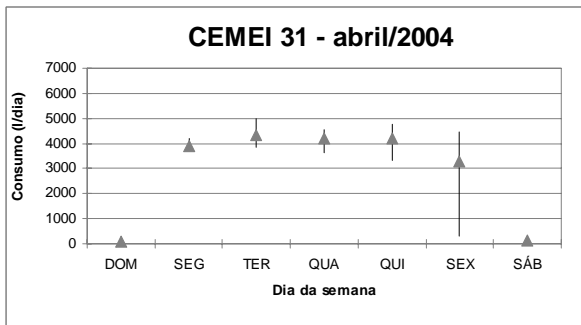
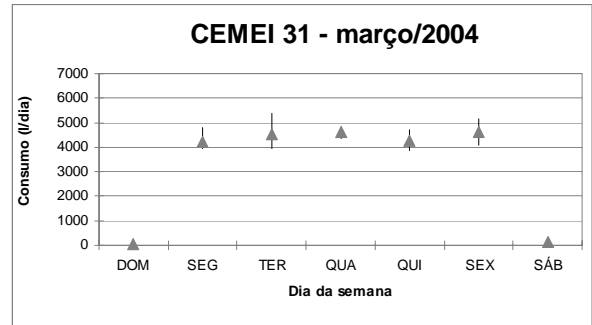
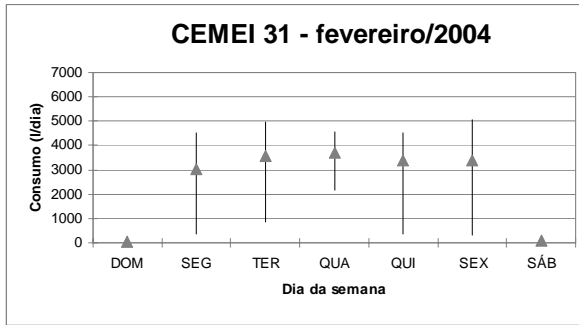
(a) calcular o valor de, onde \bar{R} é a média dos postos de um determinado grupo e

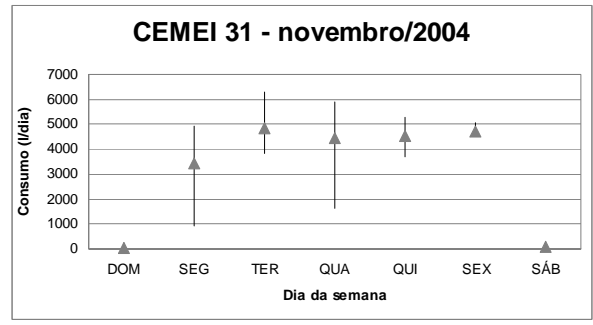
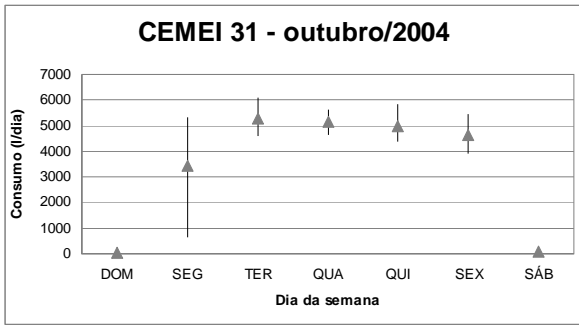
$$SE = \sqrt{\left(\frac{N(N+1)}{12} + \frac{\sum T^2}{12(N-1)} \right) \left(\frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_g} \right)}$$

(b) rejeitar a hipótese de igualdade entre as duas médias sendo comparadas, quando o valor de Q for maior que o valor de Q da Tabela B.14, para um dado número de grupos (k) e um nível de significância previamente estabelecido.

**ANEXO F – VALORES MÍNIMO, MÉDIO E MÁXIMO DO
CONSUMO DIÁRIO NOS DIAS ÚTEIS E FINAIS DE
SEMANA**

CEMEI 31

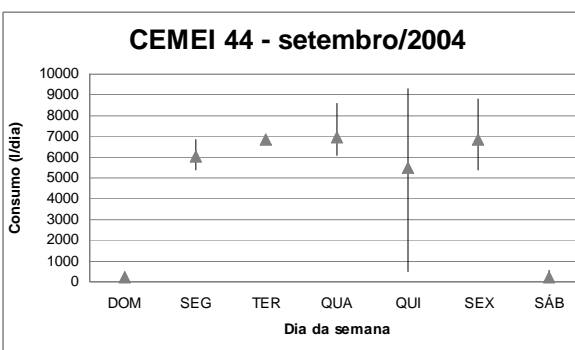
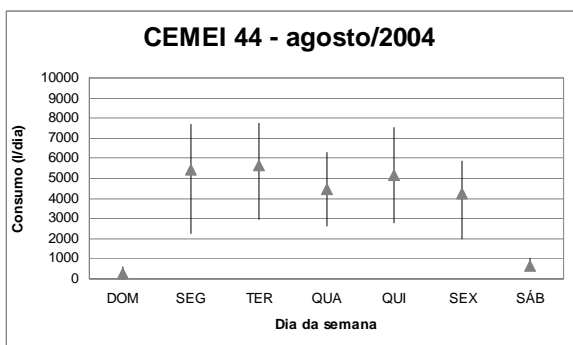
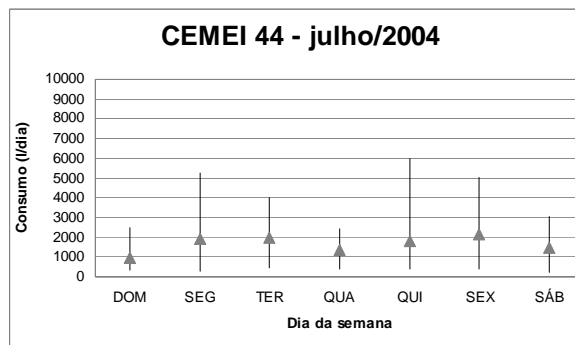
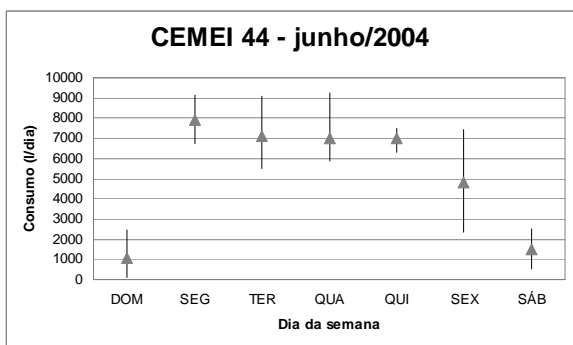
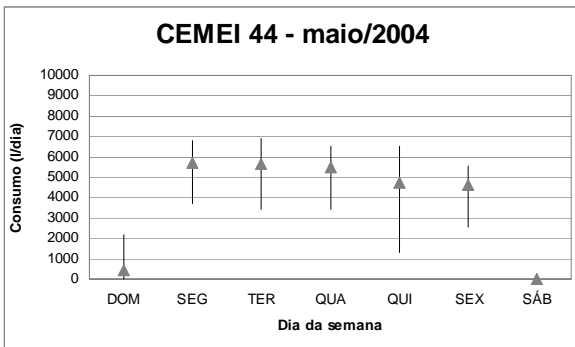
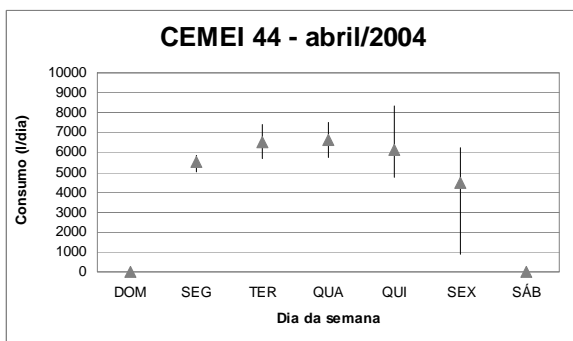
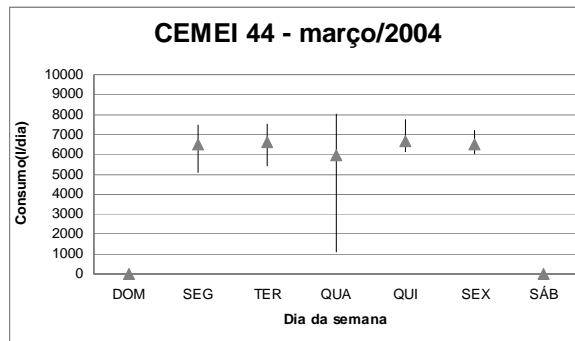
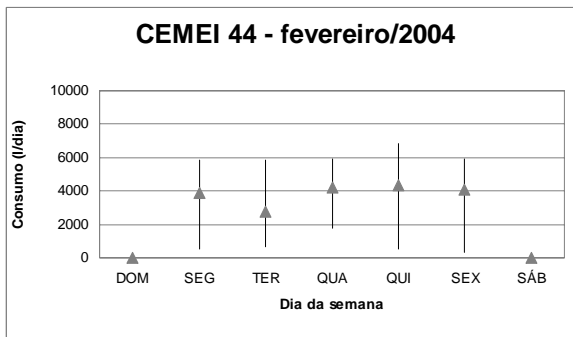


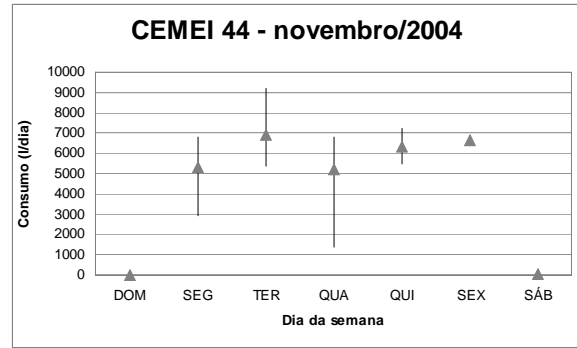
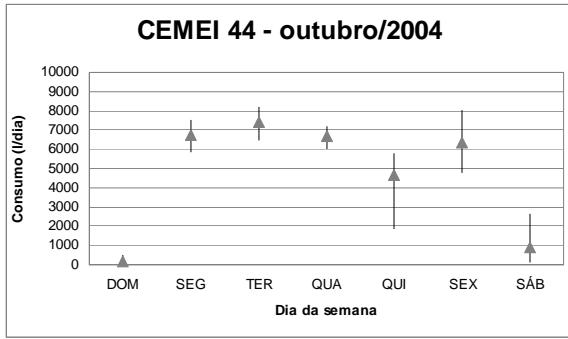


Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

CEMEI 44

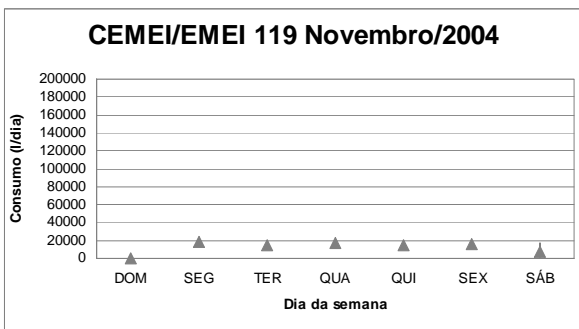
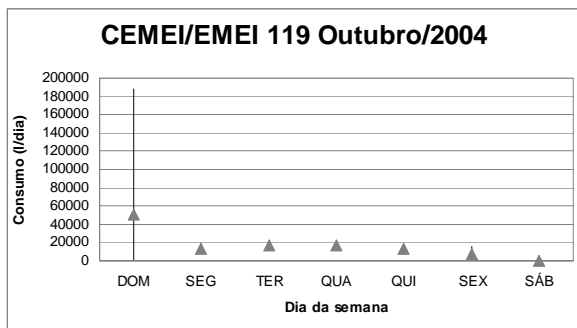
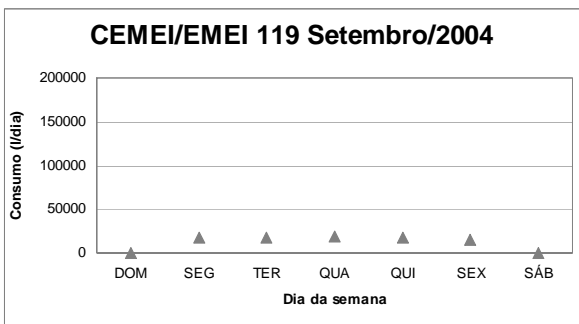
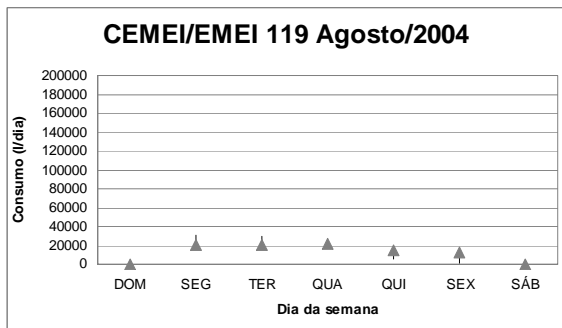
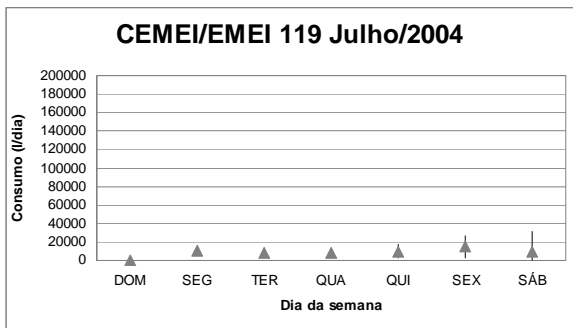




Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

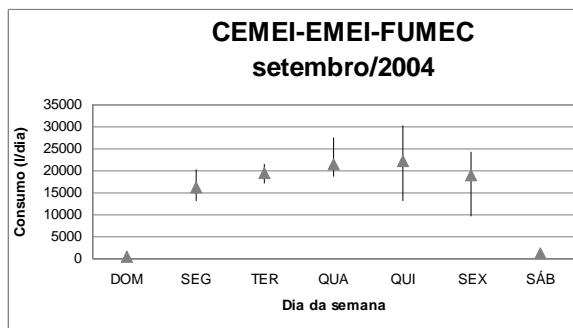
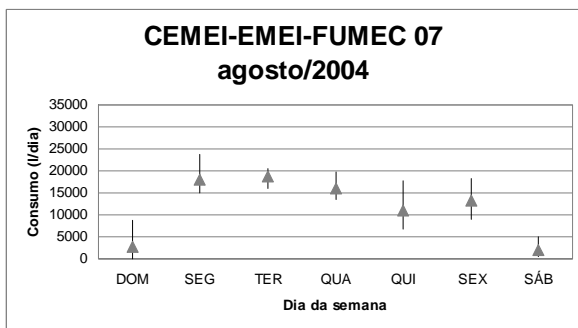
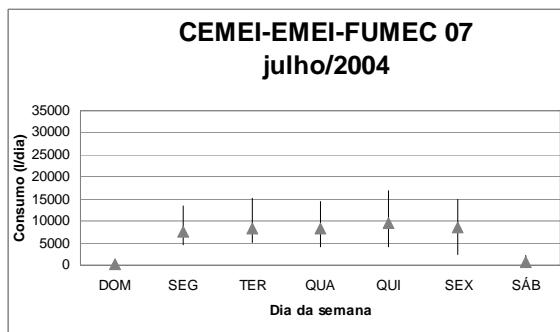
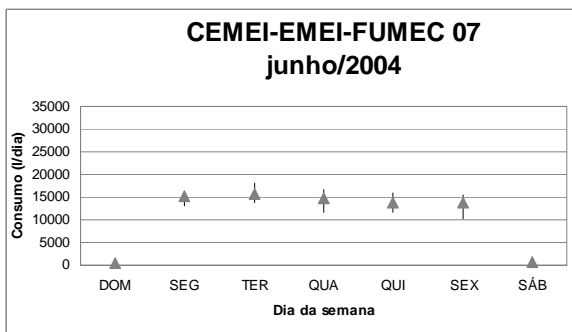
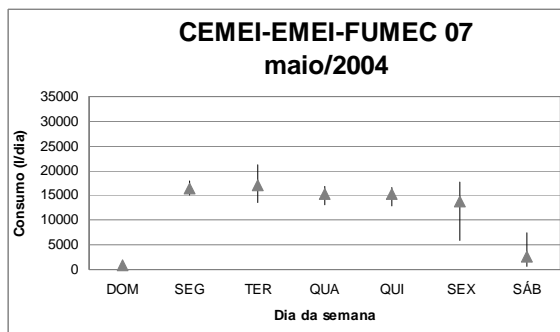
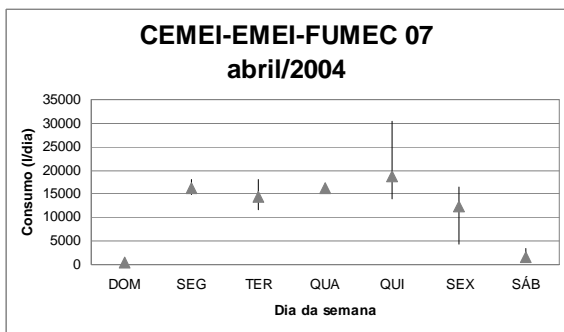
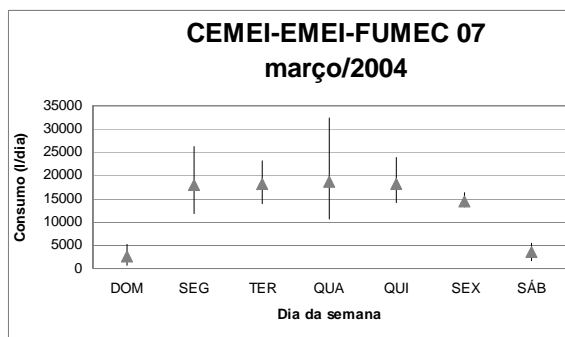
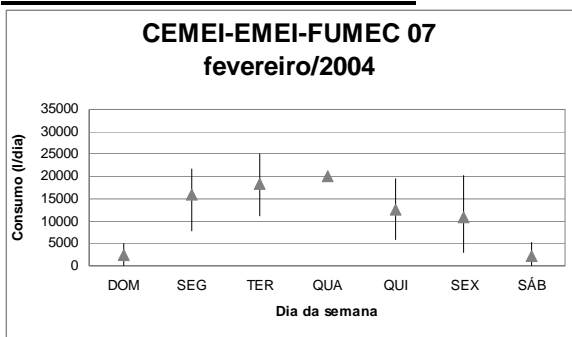
EMEI/CEMEI 119



Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

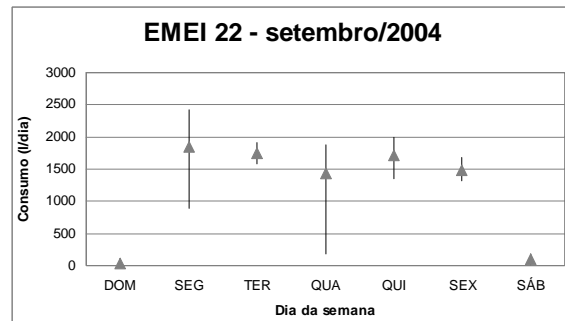
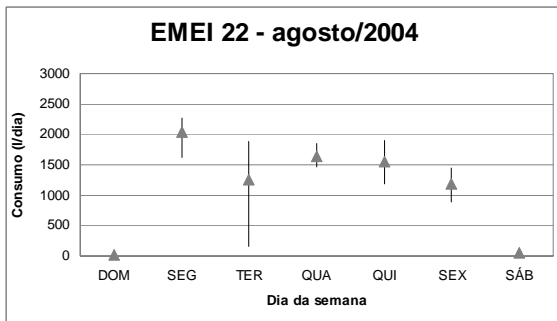
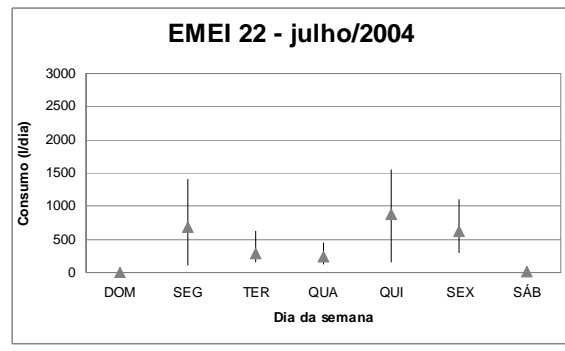
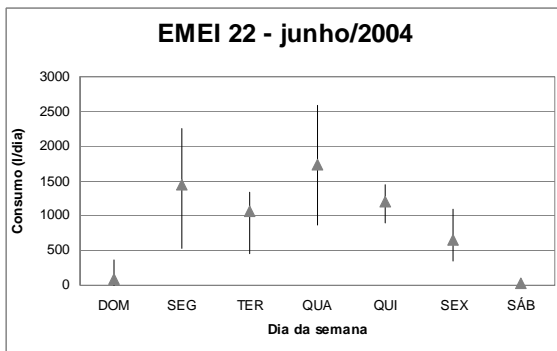
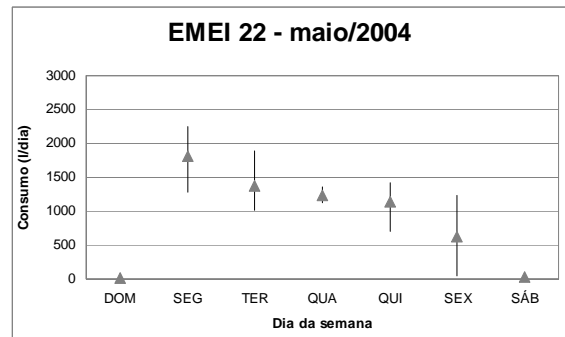
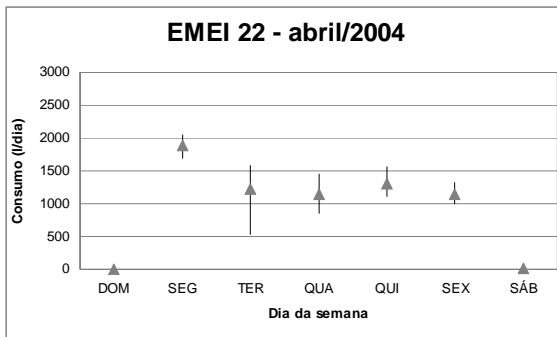
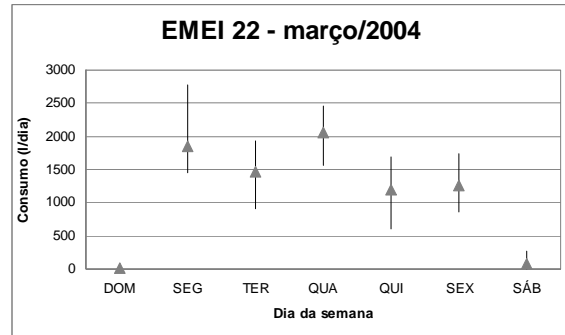
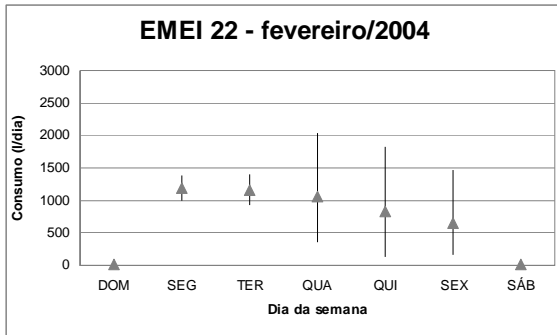
CEMEI/EMEI/FUMEC 07

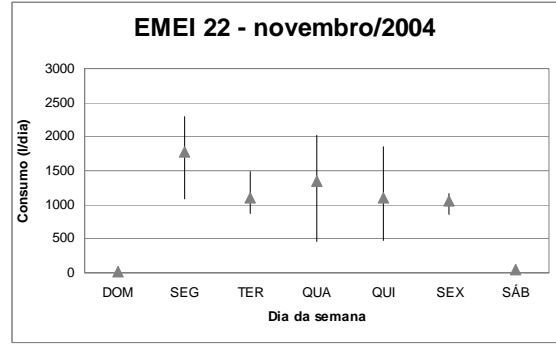
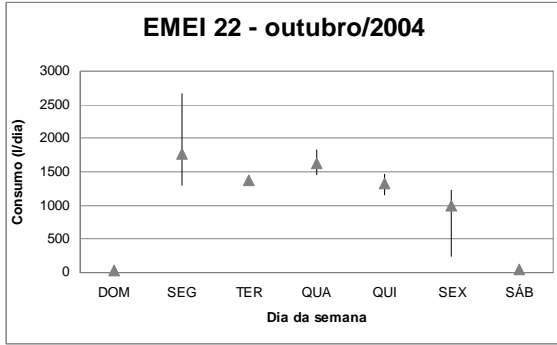


Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

EMEI 22

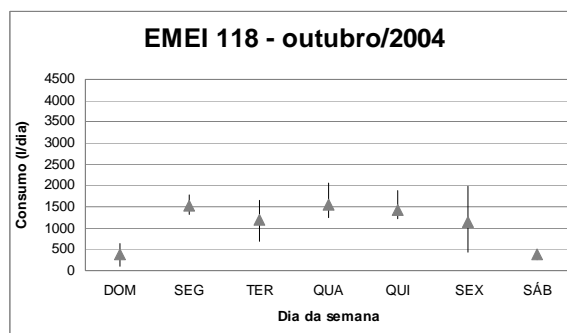
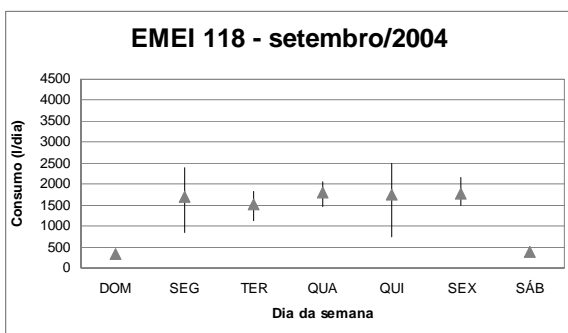
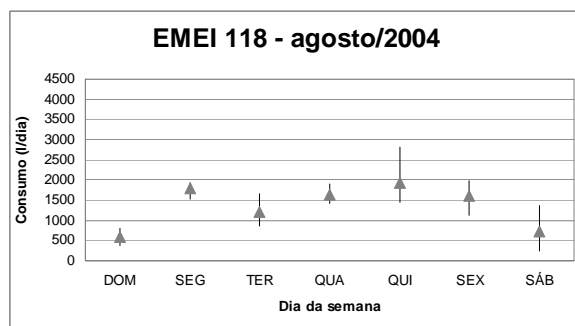
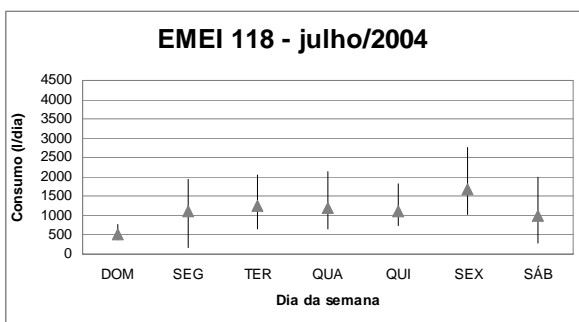
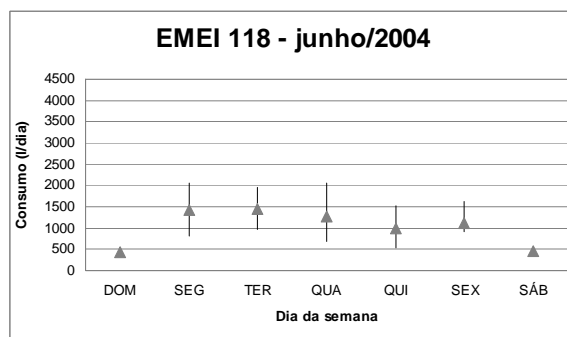
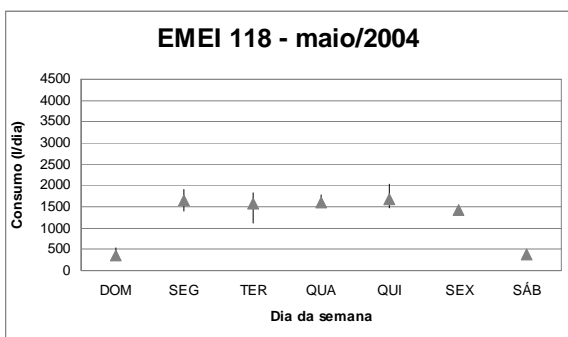
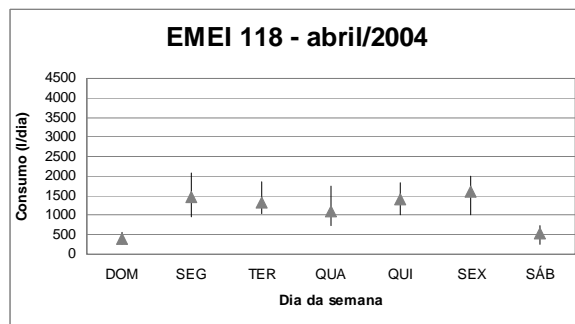
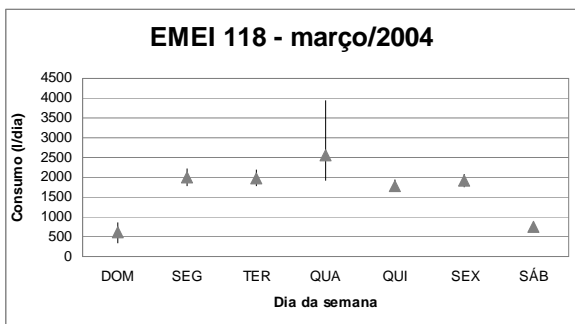


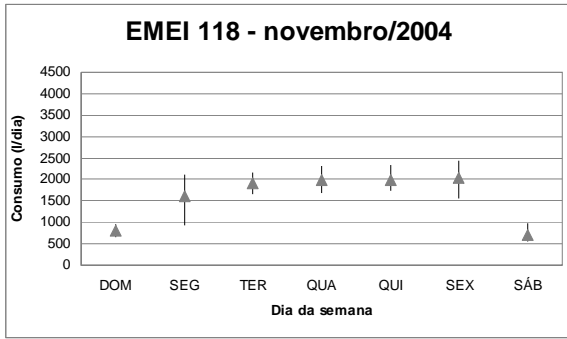


Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

EMEI 118

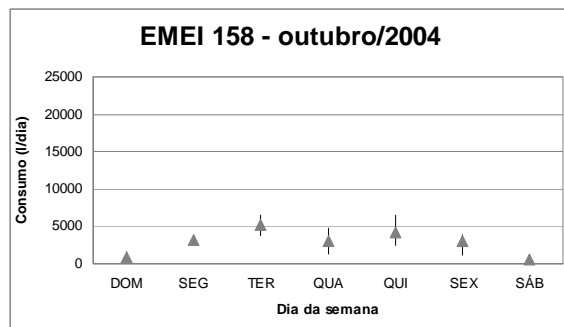
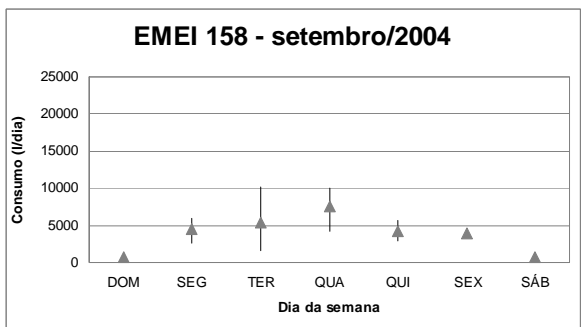
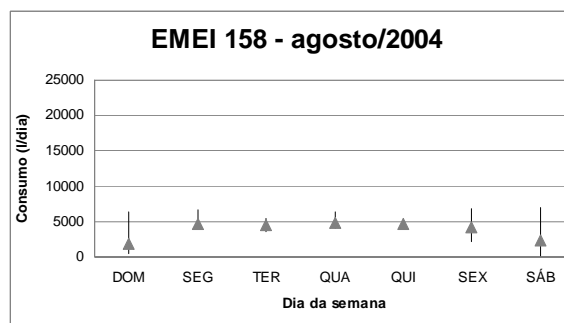
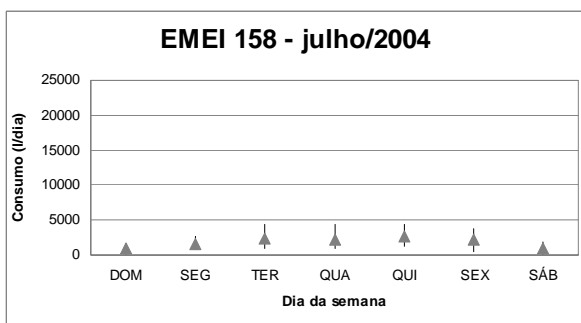
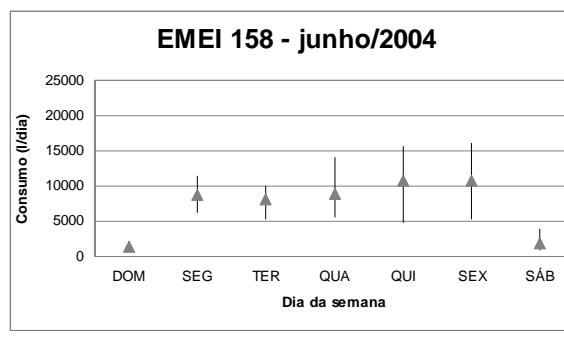
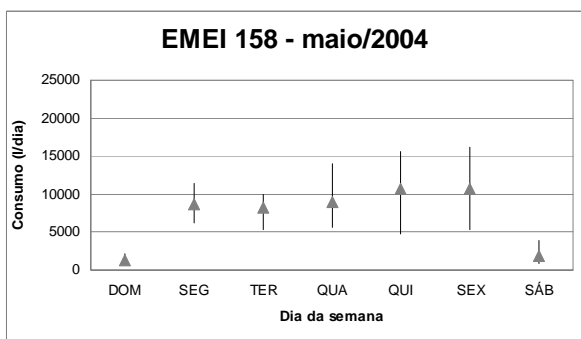
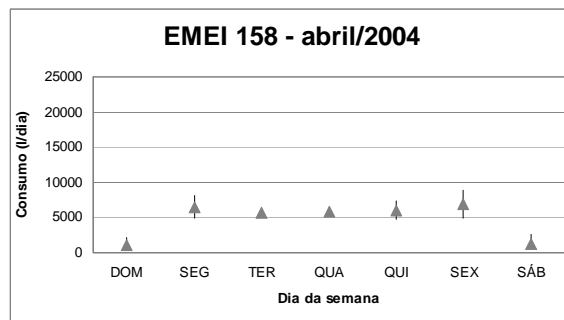
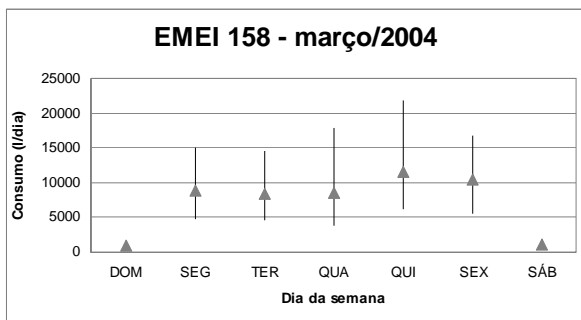


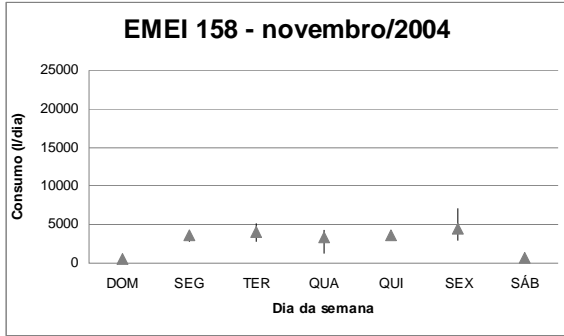


Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

EMEI 158

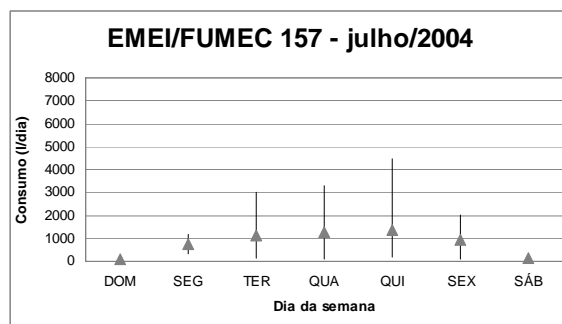
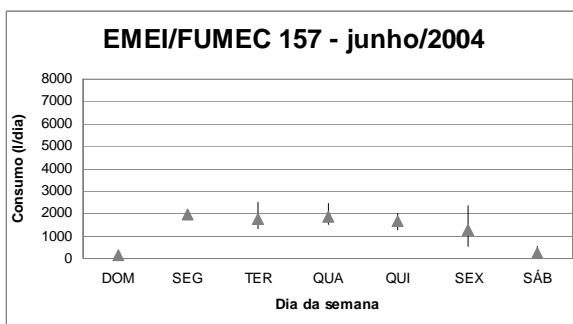
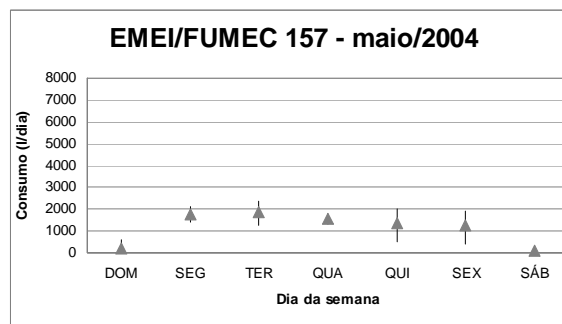
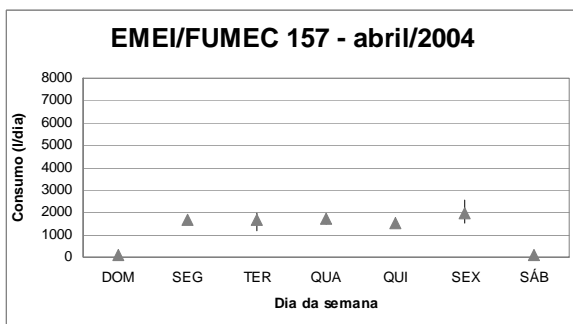
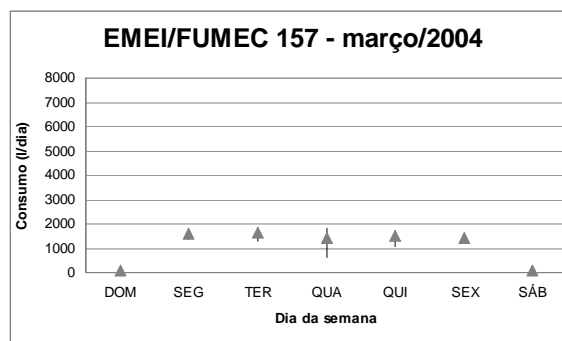
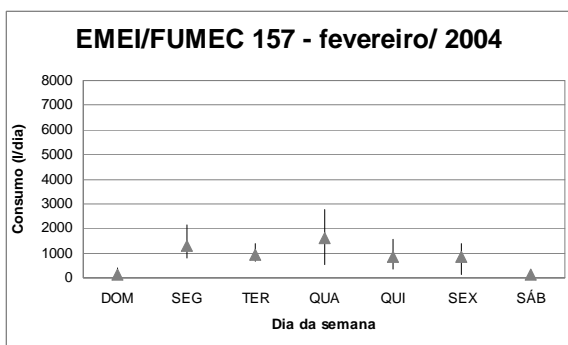
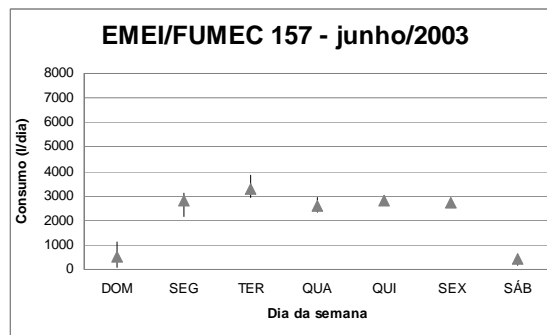
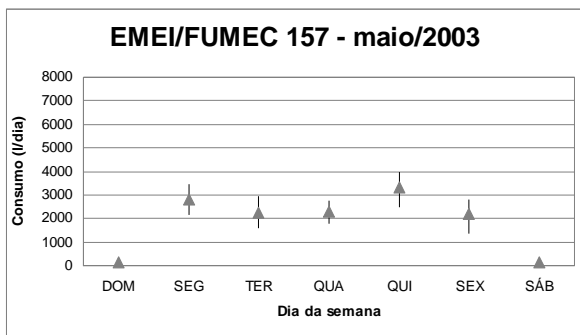


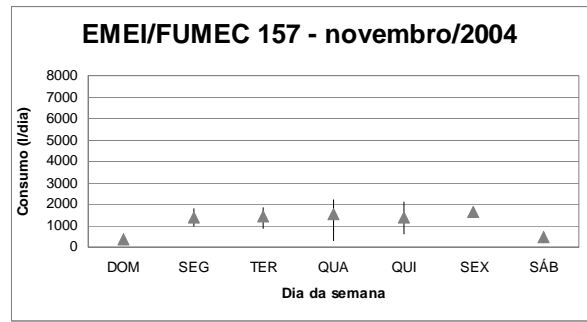
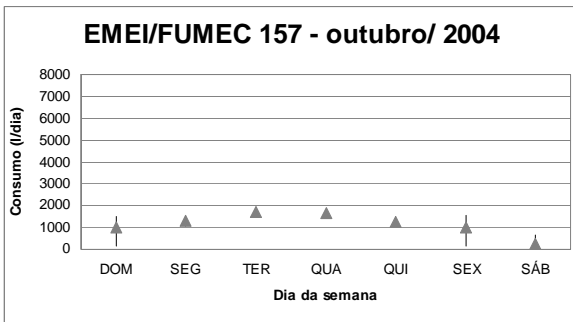
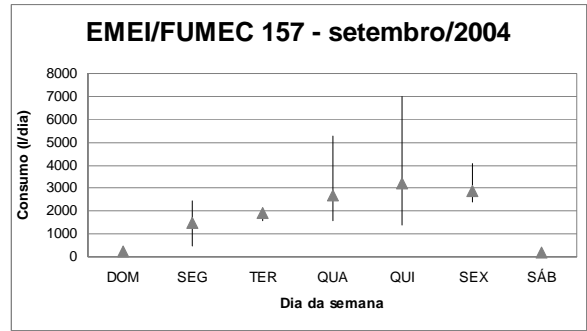
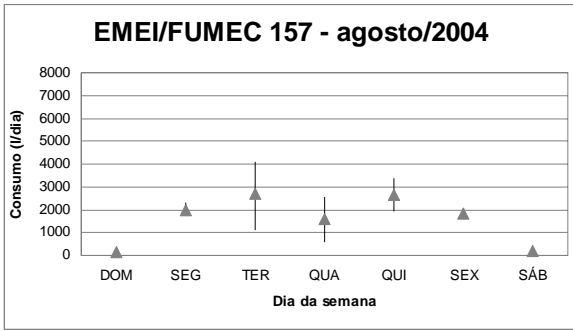


Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- ↑ → valor mínimo

EMEI/FUMEC 157

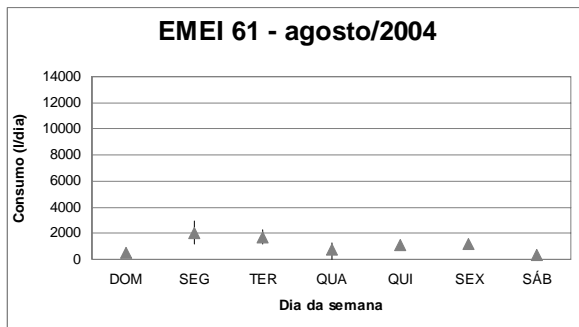
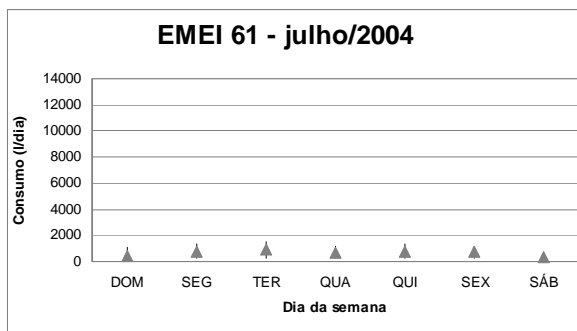
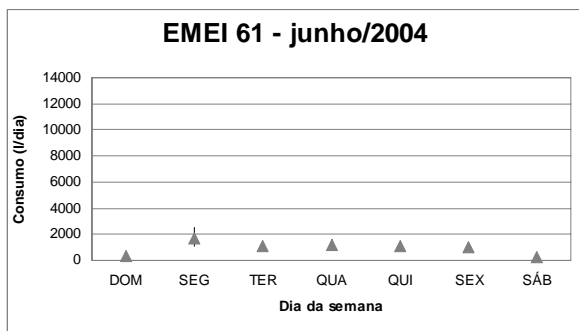
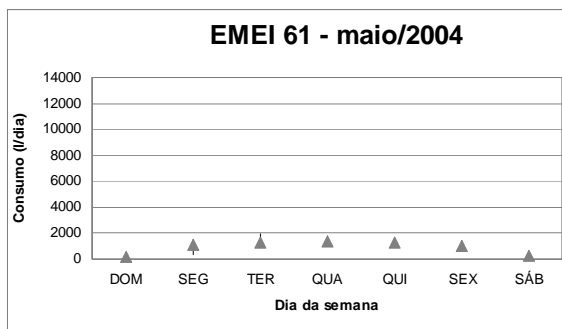
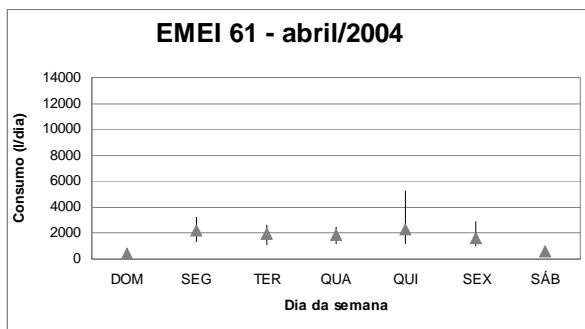
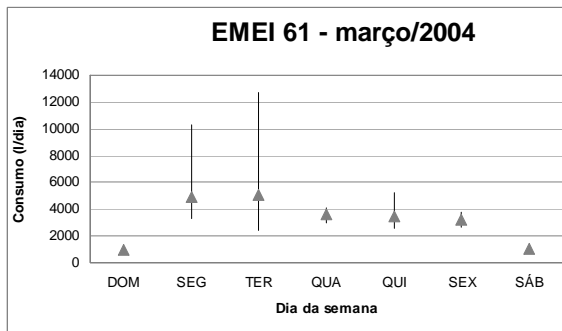
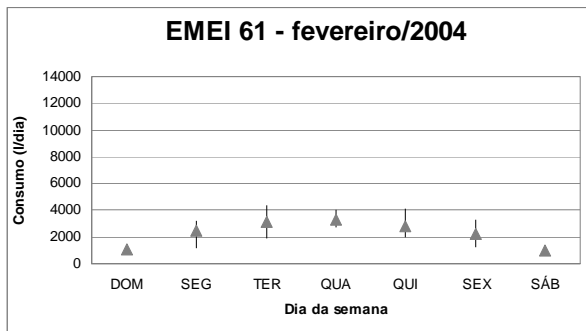




Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

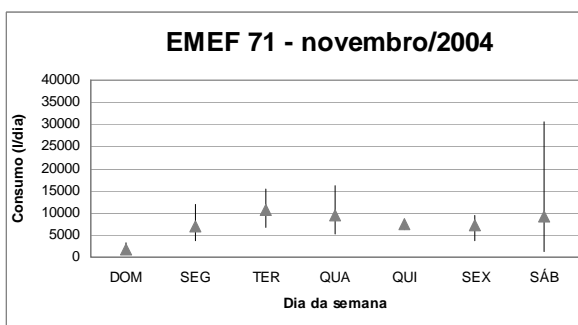
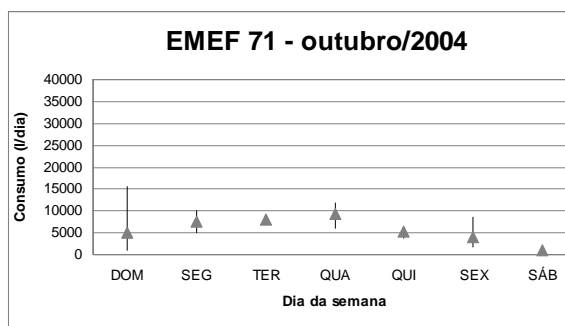
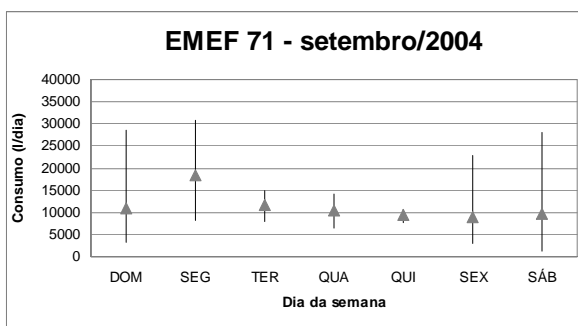
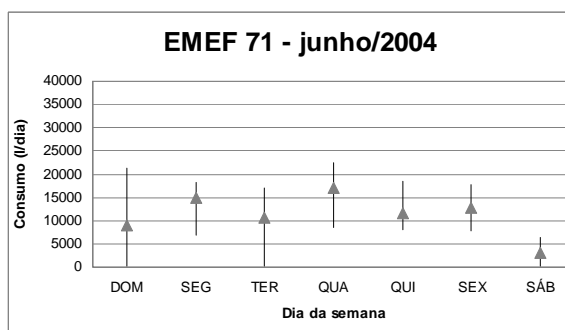
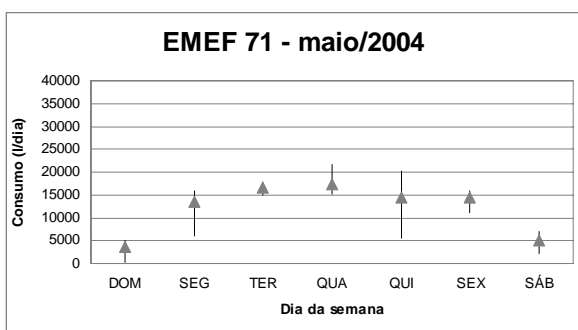
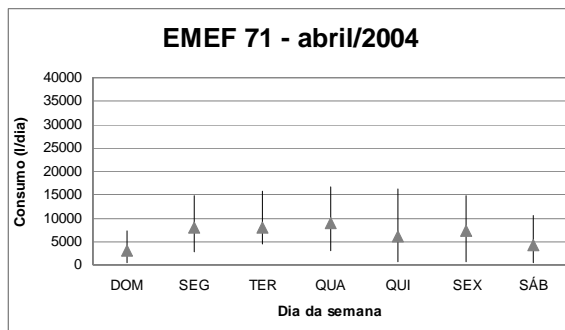
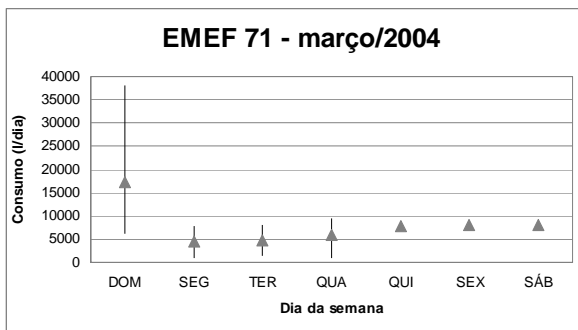
EMEI 61



Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

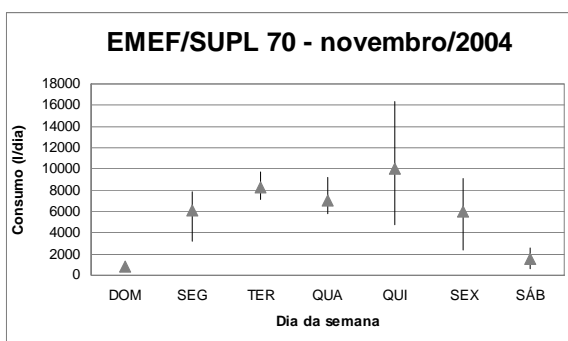
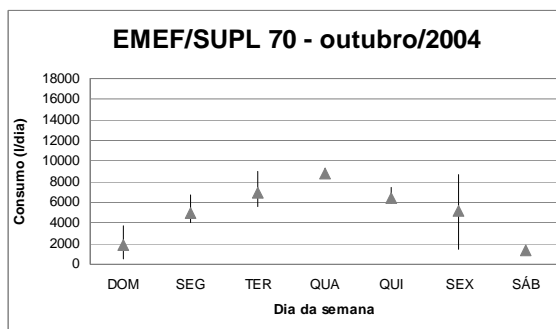
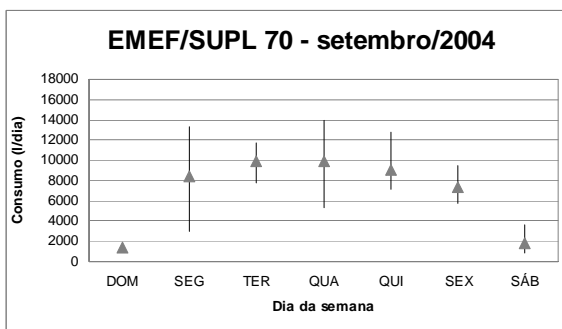
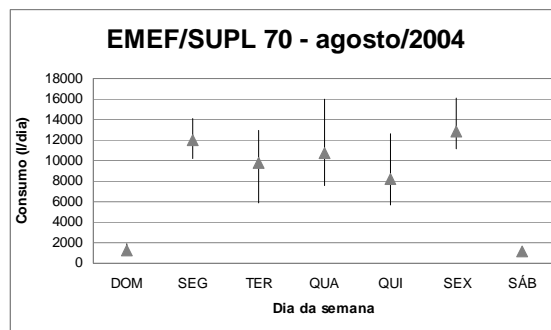
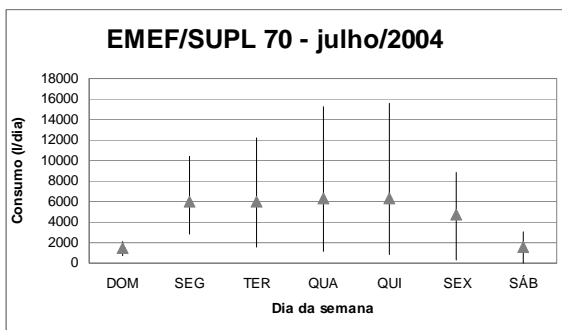
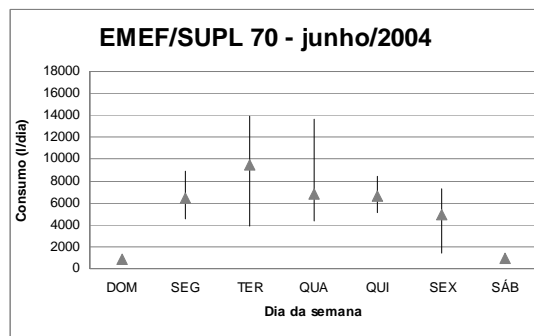
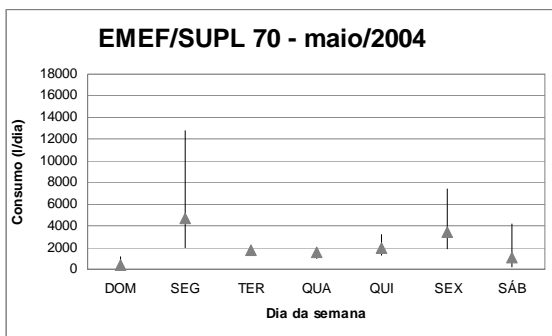
EMEF 71



Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

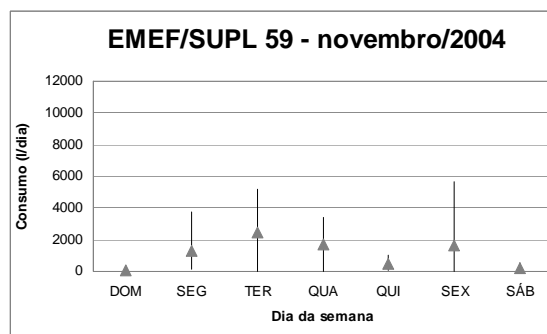
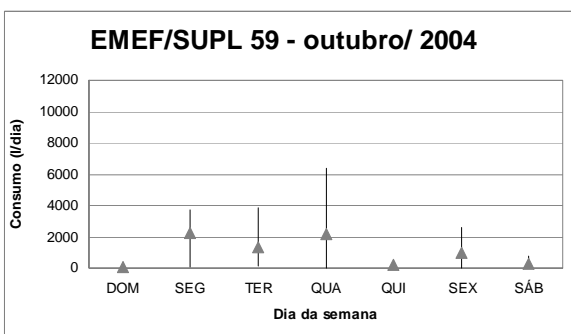
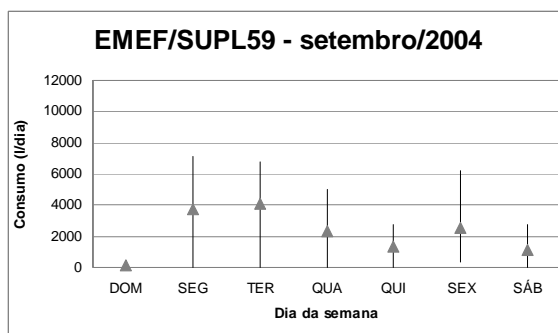
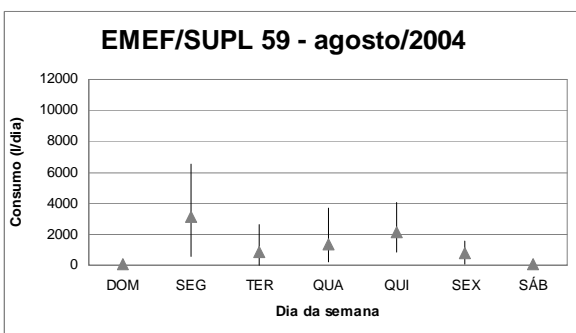
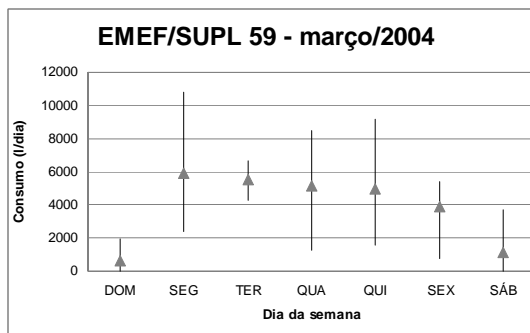
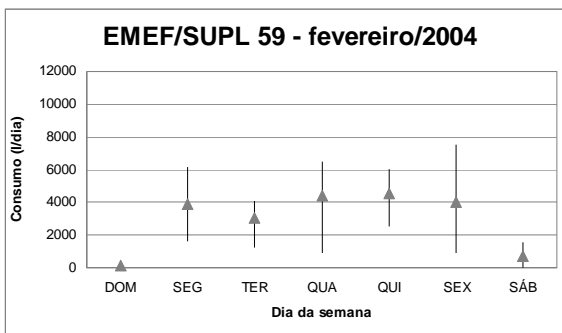
EMEF/SUPL 70



Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

EMEF/SUPL 59



Legenda:

- valor máximo
- ▲ → valor médio
- valor mínimo

ANEXO G – TEMPERATURA MÁXIMA DIÁRIA DURANTE O PERÍODO DE MONITORAMENTO DO CONSUMO NAS ESCOLAS INVESTIGADAS

Fonte: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas – **CEPAGRI/UNICAMP**. Desenvolvido pela equipe do CEPAGRI, 1995 – em andamento. Apresenta dados relacionados com a meteorologia e climatologia. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br>>. Acesso em: 16 ago 2006.

Tabela G – 1: Período de monitoramento do consumo das escolas investigadas.

Escola	Período de Monitoramento
CEMEI 31	fev/2004 a set/2004
CEMEI 44	fev/2004 a set/2004
EMEI 22	fev/2004 a set/2004
EMEI 118	mar/2004 a set/2004
EMEI 158	fev/2004 a set/2004
EMEI/FUMEC 157	fev/2003 a nov/2004
CEMEI/EMEI 119	jul/2004 a set/2004
CEMEI/EMEI/FUMEC 07	fev/2004 a set/2004
EMEF 61	fev/2004 a jun/2004
EMEF 71	mar/2004 a jun/2004
EMEF/SUPLETIVO 59	fev/2004 a nov/2004
EMEF/SUPLETIVO 70	mai/2004 a set/2004

Tabela G – 2: Temperaturas máximas diárias em 2003 durante o período de monitoramento das escolas investigadas.

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/1/2003	33,5	1/2/2003	31,2	1/3/2003	34,8
2/1/2003	30,4	2/2/2003	33,8	2/3/2003	33,8
3/1/2003	30,7	3/2/2003	33,0	3/3/2003	31,6
4/1/2003	28,0	4/2/2003	33,0	4/3/2003	32,0
5/1/2003	26,4	5/2/2003	33,9	5/3/2003	31,4
6/1/2003	30,0	6/2/2003	31,6	6/3/2003	33,6
7/1/2003	32,4	7/2/2003	32,8	7/3/2003	30,8
8/1/2003	33,2	8/2/2003	33,8	8/3/2003	26,2
9/1/2003	32,6	9/2/2003	34,2	9/3/2003	25,2
10/1/2003	33,8	10/2/2003	34,8	10/3/2003	26,8
11/1/2003	32,6	11/2/2003	34,0	11/3/2003	27,0
12/1/2003	26,0	12/2/2003	34,6	12/3/2003	28,0
13/1/2003	24,0	13/2/2003	32,4	13/3/2003	29,8
14/1/2003	28,6	14/2/2003	26,4	14/3/2003	30,8
15/1/2003	31,2	15/2/2003	24,4	15/3/2003	32,0
16/1/2003	31,4	16/2/2003	29,8	16/3/2003	30,4
17/1/2003	30,8	17/2/2003	25,0	17/3/2003	27,8
18/1/2003	29,2	18/2/2003	26,4	18/3/2003	28,0
19/1/2003	31,6	19/2/2003	31,2	19/3/2003	30,8
20/1/2003	29,8	20/2/2003	29,2	20/3/2003	31,2
21/1/2003	29,8	21/2/2003	31,6	21/3/2003	25,2
22/1/2003	29,0	22/2/2003	32,0	22/3/2003	25,6
23/1/2003	29,2	23/2/2003	32,8	23/3/2003	28,2
24/1/2003	27,8	24/2/2003	33,6	24/3/2003	28,2
25/1/2003	26,8	25/2/2003	34,2	25/3/2003	28,9
26/1/2003	28,2	26/2/2003	34,2	26/3/2003	28,6
27/1/2003	25,0	27/2/2003	35,4	27/3/2003	27,1
28/1/2003	24,6	28/2/2003	35,6	28/3/2003	27,8
29/1/2003	26,2			29/3/2003	29,8
30/1/2003	25,0			30/3/2003	30,6
31/1/2003	27,8			31/3/2003	31,7

Tabela G – 2: Temperaturas máximas diárias em 2003 durante o período de monitoramento das escolas investigadas (continuação).

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/4/2003	31,1	1/5/2003	30,4	1/6/2003	27,8
2/4/2003	30,9	2/5/2003	23,8	2/6/2003	27,6
3/4/2003	30,6	3/5/2003	23,4	3/6/2003	27,9
4/4/2003	23,7	4/5/2003	25,0	4/6/2003	27,8
5/4/2003	25,2	5/5/2003	20,2	5/6/2003	24,0
6/4/2003	27,4	6/5/2003	24,2	6/6/2003	28,0
7/4/2003	25,0	7/5/2003	21,2	7/6/2003	29,2
8/4/2003	28,5	8/5/2003	21,6	8/6/2003	27,2
9/4/2003	29,0	9/5/2003	21,4	9/6/2003	28,8
10/4/2003	22,4	10/5/2003	22,8	10/6/2003	28,8
11/4/2003	26,6	11/5/2003	25,2	11/6/2003	27,8
12/4/2003	25,9	12/5/2003	26,8	12/6/2003	27,6
13/4/2003	24,8	13/5/2003	27,0	13/6/2003	27,8
14/4/2003	27,6	14/5/2003	27,1	14/6/2003	27,6
15/4/2003	26,6	15/5/2003	26,8	15/6/2003	28,0
16/4/2003	27,8	16/5/2003	27,8	16/6/2003	28,5
17/4/2003	28,2	17/5/2003	27,4	17/6/2003	27,8
18/4/2003	29,4	18/5/2003	28,0	18/6/2003	26,8
19/4/2003	29,8	19/5/2003	27,6	19/6/2003	27,8
20/4/2003	24,8	20/5/2003	27,8	20/6/2003	25,4
21/4/2003	28,2	21/5/2003	28,4	21/6/2003	24,0
22/4/2003	30,8	22/5/2003	29,8	22/6/2003	24,8
23/4/2003	31,4	23/5/2003	27,8	23/6/2003	27,2
24/4/2003	30,6	24/5/2003	21,6	24/6/2003	27,6
25/4/2003	29,8	25/5/2003	21,8	25/6/2003	27,2
26/4/2003	30,0	26/5/2003	22,0	26/6/2003	26,6
27/4/2003	32,0	27/5/2003	20,6	27/6/2003	26,6
28/4/2003	30,4	28/5/2003	25,2	28/6/2003	26,2
29/4/2003	31,2	29/5/2003	25,8	29/6/2003	26
30/4/2003	30,8	30/5/2003	26,8	30/6/2003	24
		31/5/2003	27,4		

Tabela G – 2: Temperaturas máximas diárias em 2003 durante o período de monitoramento das escolas investigadas (continuação).

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/7/2003	25,0	1/8/2003	28,8	1/9/2003	27,6
2/7/2003	24,8	2/8/2003	27,8	2/9/2003	27,1
3/7/2003	25,2	3/8/2003	27,4	3/9/2003	27,8
4/7/2003	25,4	4/8/2003	28,2	4/9/2003	29,2
5/7/2003	26,8	5/8/2003	29,8	5/9/2003	29,8
6/7/2003	27,8	6/8/2003	26,8	6/9/2003	30,2
7/7/2003	28,6	7/8/2003	20,2	7/9/2003	32,4
8/7/2003	28,4	8/8/2003	26,8	8/9/2003	31,8
9/7/2003	29,6	9/8/2003	18,0	9/9/2003	23,8
10/7/2003	19,5	10/8/2003	17,4	10/9/2003	23,2
11/7/2003	19,0	11/8/2003	21,6	11/9/2003	18,8
12/7/2003	16,4	12/8/2003	24,8	12/9/2003	29,0
13/7/2003	19,8	13/8/2003	27,6	13/9/2003	24,2
14/7/2003	24,6	14/8/2003	28,2	14/9/2003	23,4
15/7/2003	25,6	15/8/2003	25,2	15/9/2003	31,0
16/7/2003	26,4	16/8/2003	22,0	16/9/2003	19,0
17/7/2003	24,2	17/8/2003	19,8	17/9/2003	24
18/7/2003	26,8	18/8/2003	24,4	18/9/2003	28,6
19/7/2003	27,2	19/8/2003	29,8	19/9/2003	31,2
20/7/2003	28	20/8/2003	30,4	20/9/2003	32,6
21/7/2003	30,4	21/8/2003	30,0	21/9/2003	30,6
22/7/2003	30,6	22/8/2003	30,8	22/9/2003	34,5
23/7/2003	28,8	23/8/2003	31,4	23/9/2003	35,4
24/7/2003	28,0	24/8/2003	32,6	24/9/2003	36,9
25/7/2003	27,8	25/8/2003	19,0	25/9/2003	32,6
26/7/2003	25,8	26/8/2003	20,2	26/9/2003	24,6
27/7/2003	24,2	27/8/2003	23,8	27/9/2003	22,8
28/7/2003	26,4	28/8/2003	20,2	28/9/2003	32,0
29/7/2003	26,4	29/8/2003	18,0	29/9/2003	28,8
30/7/2003	28,2	30/8/2003	24,2	30/9/2003	29,2
31/7/2003	28,4	31/8/2003	21,4		

Tabela G – 2: Temperaturas máximas diárias em 2003 durante o período de monitoramento das escolas investigadas (continuação).

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/10/2003	31,4	1/11/2003	27,6	1/12/2003	27,3
2/10/2003	33,2	2/11/2003	24,2	2/12/2003	32,2
3/10/2003	33,2	3/11/2003	23,4	3/12/2003	32,4
4/10/2003	34,0	4/11/2003	25,6	4/12/2003	28,6
5/10/2003	35,2	5/11/2003	29,0	5/12/2003	29,3
6/10/2003	32,0	6/11/2003	25,8	6/12/2003	30,6
7/10/2003	27,2	7/11/2003	28,0	7/12/2003	29,3
8/10/2003	26,2	8/11/2003	29,4	8/12/2003	30,4
9/10/2003	31,2	9/11/2003	32,4	9/12/2003	23,6
10/10/2003	24,8	10/11/2003	34,4	10/12/2003	30,0
11/10/2003	18,2	11/11/2003	35,2	11/12/2003	32,8
12/10/2003	23,4	12/11/2003	23,4	12/12/2003	27,8
13/10/2003	27,6	13/11/2003	23,0	13/12/2003	29,4
14/10/2003	24,4	14/11/2003	27,8	14/12/2003	33,4
15/10/2003	26,0	15/11/2003	32,8	15/12/2003	35,2
16/10/2003	27,8	16/11/2003	31,2	16/12/2003	34,4
17/10/2003	29,4	17/11/2003	26,8	17/12/2003	26,4
18/10/2003	33,8	18/11/2003	28,4	18/12/2003	28,2
19/10/2003	35,4	19/11/2003	25,4	19/12/2003	30,4
20/10/2003	29,0	20/11/2003	28,8	20/12/2003	32,0
21/10/2003	30,8	21/11/2003	27,8	21/12/2003	30,4
22/10/2003	28,8	22/11/2003	29,0	22/12/2003	28,8
23/10/2003	27,6	23/11/2003	29,4	23/12/2003	28,9
24/10/2003	32,4	24/11/2003	27,8	24/12/2003	26,4
25/10/2003	33,8	25/11/2003	31,2	25/12/2003	28,8
26/10/2003	34,2	26/11/2003	27,8	26/12/2003	29,6
27/10/2003	25,0	27/11/2003	30,8	27/12/2003	31,1
28/10/2003	25,2	28/11/2003	24,2	28/12/2003	31,8
29/10/2003	27,8	29/11/2003	29,3	29/12/2003	31,5
30/10/2003	30,4	30/11/2003	30,2	30/12/2003	32,5
31/10/2003	31,8			31/12/2003	29,8

Tabela G – 3: Temperaturas máximas diárias em 2004 durante o período de monitoramento das escolas investigadas.

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/1/2004	23,3	1/2/2004	28,4	1/3/2004	32,2
2/1/2004	21,5	2/2/2004	31,8	2/3/2004	32,4
3/1/2004	27,1	3/2/2004	31,4	3/3/2004	32,8
4/1/2004	29,6	4/2/2004	32,6	4/3/2004	24,8
5/1/2004	31,9	5/2/2004	30,6	5/3/2004	26,8
6/1/2004	30,8	6/2/2004	26,4	6/3/2004	27,4
7/1/2004	23,8	7/2/2004	22,4	7/3/2004	29,6
8/1/2004	27,4	8/2/2004	25,4	8/3/2004	32,0
9/1/2004	25,2	9/2/2004	27,2	9/3/2004	32,2
10/1/2004	28,0	10/2/2004	28,8	10/3/2004	32,6
11/1/2004	32,2	11/2/2004	29,0	11/3/2004	30,8
12/1/2004	31,8	12/2/2004	31,4	12/3/2004	28,8
13/1/2004	31,6	13/2/2004	31,0	13/3/2004	30,0
14/1/2004	31,7	14/2/2004	24,6	14/3/2004	26,2
15/1/2004	31,0	15/2/2004	29,2	15/3/2004	29,4
16/1/2004	30,2	16/2/2004	30,2	16/3/2004	29,0
17/1/2004	28,2	17/2/2004	31,8	17/3/2004	29,4
18/1/2004	29,8	18/2/2004	32,2	18/3/2004	30,6
19/1/2004	30,8	19/2/2004	33,0	19/3/2004	29,8
20/1/2004	29,4	20/2/2004	31,2	20/3/2004	27,2
21/1/2004	28,2	21/2/2004	30,0	21/3/2004	26,2
22/1/2004	28,4	22/2/2004	26,0	22/3/2004	26,2
23/1/2004	30,4	23/2/2004	24,2	23/3/2004	26,4
24/1/2004	27,2	24/2/2004	25,0	24/3/2004	27,4
25/1/2004	29,0	25/2/2004	23,4	25/3/2004	28,8
26/1/2004	22,4	26/2/2004	29,0	26/3/2004	28,8
27/1/2004	23,8	27/2/2004	30,0	27/3/2004	29,2
28/1/2004	27,8	28/2/2004	28,8	28/3/2004	29,8
29/1/2004	31,6	29/2/2004	30,6	29/3/2004	30,8
30/1/2004	32,4			30/3/2004	30,0
31/1/2004	30,6			31/3/2004	29,4

Tabela G – 3: Temperaturas máximas diárias em 2004 durante o período de monitoramento das escolas investigadas (continuação).

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/4/2004	30,0	1/5/2004	26,8	1/6/2004	24,0
2/4/2004	29,8	2/5/2004	28,0	2/6/2004	22,6
3/4/2004	31,8	3/5/2004	31,4	3/6/2004	17,0
4/4/2004	25,8	4/5/2004	29,0	4/6/2004	18,8
5/4/2004	30,4	5/5/2004	27,2	5/6/2004	21,0
6/4/2004	29,6	6/5/2004	23,4	6/6/2004	23,0
7/4/2004	27,2	7/5/2004	19,4	7/6/2004	23,0
8/4/2004	31,2	8/5/2004	20,4	8/6/2004	26,0
9/4/2004	30,8	9/5/2004	22,2	9/6/2004	23,0
10/4/2004	29,0	10/5/2004	23,8	10/6/2004	28,0
11/4/2004	30,0	11/5/2004	25,2	11/6/2004	27,0
12/4/2004	30,8	12/5/2004	28,8	12/6/2004	17,0
13/4/2004	27,8	13/5/2004	20,8	13/6/2004	17,0
14/4/2004	24,4	14/5/2004	22,4	14/6/2004	25,0
15/4/2004	29,2	15/5/2004	19,2	15/6/2004	20,2
16/4/2004	25,8	16/5/2004	20,0	16/6/2004	26,0
17/4/2004	28,4	17/5/2004	23,4	17/6/2004	27,0
18/4/2004	30,4	18/5/2004	21,4	18/6/2004	26,0
19/4/2004	31,4	19/5/2004	24,6	19/6/2004	26,0
20/4/2004	27,4	20/5/2004	23,2	20/6/2004	26,0
21/4/2004	28,0	21/5/2004	23,4	21/6/2004	27,0
22/4/2004	29,6	22/5/2004	24,6	22/6/2004	26,0
23/4/2004	30,2	23/5/2004	22,8	23/6/2004	27,0
24/4/2004	26,0	24/5/2004	27,6	24/6/2004	26,0
25/4/2004	23,8	25/5/2004	22,6	25/6/2004	27,0
26/4/2004	23,8	26/5/2004	17,4	26/6/2004	27,0
27/4/2004	26,8	27/5/2004	18,8	27/6/2004	27,0
28/4/2004	26,8	28/5/2004	20,0	28/6/2004	27,0
29/4/2004	26,6	29/5/2004	23,0	29/6/2004	28,0
30/4/2004	25,8	30/5/2004	24,8	30/6/2007	27,0
		31/5/2004	21,4		

Tabela G – 3: Temperaturas máximas diárias em 2004 durante o período de monitoramento das escolas investigadas (continuação).

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/7/2004	27,1	1/8/2004	25,2	1/9/2004	33,0
2/7/2004	27,6	2/8/2004	26,4	2/9/2004	33,8
3/7/2004	28,2	3/8/2004	29,2	3/9/2004	32,3
4/7/2004	28,3	4/8/2004	28,4	4/9/2004	29,1
5/7/2004	25,9	5/8/2004	27,7	5/9/2004	31,9
6/7/2004	26,2	6/8/2004	26,0	6/9/2004	34,0
7/7/2004	28,0	7/8/2004	26,6	7/9/2004	34,4
8/7/2004	27,1	8/8/2004	21,2	8/9/2004	34,3
9/7/2004	21,5	9/8/2004	22,1	9/9/2004	34,9
10/7/2004	20,4	10/8/2004	23,4	10/9/2004	33,7
11/7/2004	18,9	11/8/2004	24,1	11/9/2004	31,0
12/7/2004	24,5	12/8/2004	22,0	12/9/2004	25,7
13/7/2004	25,9	13/8/2004	23,0	13/9/2004	29,8
14/7/2004	27,5	14/8/2004	25,5	14/9/2004	31,6
15/7/2004	27,9	15/8/2004	26,4	15/9/2004	28,8
16/7/2004	27,7	16/8/2004	26,4	16/9/2004	28,0
17/7/2004	19,9	17/8/2004	28,3	17/9/2004	26,3
18/7/2004	20,4	18/8/2004	29,4	18/9/2004	29,8
19/7/2004	14,4	19/8/2004	30,7	19/9/2004	29,8
20/7/2004	17,5	20/8/2004	31,6	20/9/2004	32,7
21/7/2004	19,8	21/8/2004	32,0	21/9/2004	33,8
22/7/2004	19,6	22/8/2004	32,2	22/9/2004	33,9
23/7/2004	20,4	23/8/2004	32,2	23/9/2004	34,6
24/7/2004	22,0	24/8/2004	28,4	24/9/2004	36,1
25/7/2004	21,6	25/8/2004	31,1	25/9/2004	35,9
26/7/2004	21,6	26/8/2004		26/9/2004	36,1
27/7/2004	24,1	27/8/2004	21,4	27/9/2004	35,9
28/7/2004	23,5	28/8/2004	25,1	28/9/2004	36,6
29/7/2004	23,5	29/8/2004	27,7	29/9/2004	31,7
30/7/2004	23,6	30/8/2004	29,6	30/9/2004	23,1
31/07/2004	26,0	31/8/2004	31,7		33,0

Tabela G – 3: Temperaturas máximas diárias em 2004 durante o período de monitoramento das escolas investigadas (continuação).

Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)	Dia/Mês/Ano	Temperatura (°C)
1/10/2004	18,6	1/11/2004	29,7	1/12/2004	29,1
2/10/2004	22,0	2/11/2004	31,4	2/12/2004	28,9
3/10/2004	20,2	3/11/2004	33,1	3/12/2004	23,1
4/10/2004	26,6	4/11/2004	27,6	4/12/2004	30,4
5/10/2004	28,4	5/11/2004	30,2	5/12/2004	32,3
6/10/2004	23,8	6/11/2004	29,0	6/12/2004	33,5
7/10/2004	24,2	7/11/2004	21,9	7/12/2004	30,1
8/10/2004	29,2	8/11/2004	27,1	8/12/2004	31,4
9/10/2004	34,0	9/11/2004	32,3	9/12/2004	27,1
10/10/2004	34,0	10/11/2004	32,8	10/12/2004	26,8
11/10/2004	27,8	11/11/2004	23,0	11/12/2004	25,7
12/10/2004	28,2	12/11/2004	27,0	12/12/2004	28,1
13/10/2004	29,2	13/11/2004	29,0	13/12/2004	29,4
14/10/2004	26,3	14/11/2004	29,6	14/12/2004	32,3
15/10/2004	22,5	15/11/2004	29,3	15/12/2004	33,8
16/10/2004	32,0	16/11/2004	23,5	16/12/2004	33,3
17/10/2004	21,9	17/11/2004	26,3	17/12/2004	32,4
18/10/2004	28,0	18/11/2004	28,6	18/12/2004	31,2
19/10/2004	26,0	19/11/2004	24,7	19/12/2004	30,0
20/10/2004	23,1	20/11/2004	28,0	20/12/2004	30,6
21/10/2004	27,3	21/11/2004	27,4	21/12/2004	22,5
22/10/2004	29,5	22/11/2004	29,7	22/12/2004	21,0
23/10/2004	27,8	23/11/2004	31,6	23/12/2004	27,4
24/10/2004	26,0	24/11/2004	32,3	24/12/2004	29,0
25/10/2004	23,0	25/11/2004	33,2	25/12/2004	32,1
26/10/2004	28,3	26/11/2004	34,4	26/12/2004	26,4
27/10/2004	28,4	27/11/2004	32,8	27/12/2004	27,1
28/10/2004	25,4	28/11/2004	28,0	28/12/2004	31,3
29/10/2004	30,9	29/11/2004	28,5	29/12/2004	32,5
30/10/2004	32,5	30/11/2004	28,9	30/12/2004	33,8
31/10/2004	34,1			31/12/2004	33,8

ANEXO H – ANÁLISE DE REGRESSÃO

H – 1: CONCEITUAÇÃO E TIPOS DE MODELOS

Um modelo pode ser considerado uma representação simplificada da realidade, de algum objeto ou sistema, visando o entendimento de seu comportamento, transformação e/ou evolução e também auxiliando no entendimento dos processos que envolvem esta realidade. Um modelo propicia a compreensão dos sistemas e projeção de situações futuras correlacionando-as com as condições atuais e passadas, podendo auxiliar nas decisões a serem tomadas (FERREIRA, 2004).

De maneira geral, o objetivo de um modelo é estabelecer relações estatísticas entre um fenômeno em estudo e as variáveis independentes envolvidas, as quais exercem influência sobre ele. Embora seja necessário um grande número de variáveis para prever um fenômeno com maior exatidão, um pequeno número de variáveis geralmente explica a maior parte deste fenômeno.

Segundo Câmara; Monteiro (2003), os modelos podem ser classificados sob diferentes aspectos: de acordo com o tipo de variáveis utilizadas na modelagem (estocásticos ou determinísticos), o tipo de relações entre essas variáveis (empíricas ou baseadas em processos), a forma de representação dos dados (discretos ou contínuos), a existência ou não de relações espaciais (pontuais ou distribuídos), e a existência de dependência temporal (estáticos ou dinâmicos), dentre outras formas.

Os modelos empíricos utilizam relações baseadas em observações. Em geral, são bastante simples e úteis no dia-a-dia. No entanto, são restritos, uma vez que são específicos para o local e condições para as quais as relações foram estimadas.

Modelos empíricos relacionam os dados de causa e efeito, descrevendo a relação entre as variáveis envolvidas, a partir da suposição de que os relacionamentos observados no passado continuarão no futuro. Além disso, são caracterizados pela simplicidade dos modelos matemáticos e pelo número reduzido de variáveis envolvidas. Estes modelos são eficientes para realizar previsões.

Porém, Jacobs; Haarhoff (2004) ressaltam que podem ocorrer discrepâncias

entre os resultados de um modelo e os dados empíricos, devido ao fato de que os hábitos humanos são imprevisíveis e variáveis, e que não é nada fácil convertê-los em parâmetros.

Em um modelo empírico, tendo em vista a grande variedade de dados, a análise de regressão é uma das ferramentas estatísticas bastante utilizadas para o estudo das grandezas explicativas do comportamento de uma outra determinada variável. E isso se aplica também aos estudos para a estimativa do consumo de água.

Neste sentido, Alitchkov; Ivanova (2003) afirmam que a análise de regressão é a ferramenta mais apropriada a ser aplicada na análise do consumo de água em edificações, considerando a influência de diversos fatores, os quais são difíceis de ser identificados, calculados e preditos.

A análise de regressão é um método estatístico que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas (ou qualitativas), de tal forma que uma variável pode ser predita a partir de outra (ou outras).

O objetivo da análise de regressão é obter uma combinação ótima das variáveis independentes, de forma que as diferenças entre os valores observados e os estimados para a variável dependente sejam de alguma maneira minimizadas.

Em geral, pode-se resumir que, para a construção de modelos a partir da análise de regressão deve-se selecionar as variáveis preditoras, escolher o modelo de regressão mais adequado e verificar a abrangência do modelo proposto.

A definição das variáveis a serem mantidas em cada etapa é realizada em função da maior ou menor importância relativa (significância). As variáveis são consideradas significativas pela comparação entre os valores, a partir das variáveis já adicionadas ao modelo e os valores considerados, onde é adicionada ou rejeitada a variável candidata a constar no modelo de regressão. Também pode ser verificado se alguns parâmetros são controlados por um mesmo fator ou se relacionam indiretamente (FERNANDES NETO *et al*, 2004).

Yoshida *et al* (1999) comentam que um problema na construção de modelos de regressão para a estimativa do consumo de água é a escolha das variáveis que sejam adequadas para a predição do uso deste insumo. As considerações sob as quais esta escolha deve ser feita são:

- a contribuição das variáveis escolhidas no sentido de diminuir a variabilidade do erro;
- a importância da variável como agente causador ou influente no uso da água;
- o grau em que observações das variáveis escolhidas podem ser obtidas com precisão, rapidez e com economia e
- o grau em que a variável pode ser controlada.

Cabe destacar as limitações dos modelos provenientes de análises de regressão, onde os mesmos são, a princípio, somente válidos quando aplicados em unidades pertencentes à mesma população de origem das amostras e com amplitudes de variáveis explicativas semelhantes. Para diferentes situações de projeto do que aquelas que originaram o modelo, torna-se necessário verificar a sua aplicabilidade.

H – 2: PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE REGRESSÃO

A seleção de variáveis explicativas, a partir da análise de regressão, começa somente com um intercepto sendo depois adicionadas variáveis à equação, uma de cada vez.

A variável com o mais alto valor estatístico é incluída, e o processo se repete até que todas as variáveis sejam incluídas ou não existam variáveis significativas.

Quando as estimativas dos parâmetros são obtidas, os resultados são avaliados aplicando métodos estatísticos para testar a significância do respectivo coeficiente (LEURS; CARRIKER; MARELLA, 1981).

Além de apontar quais variáveis são importantes, também são disponibilizadas informações sobre o modelo ajustado aos dados, incluindo os resíduos. O diagnóstico para a variável resposta é realizado através de uma análise de resíduos. Se o modelo é adequado para os dados, os resíduos observados devem refletir essas propriedades. A verificação de que a função de regressão é adequada aos dados pode ser feita através do gráfico dos resíduos em função valores ajustados ou dos resíduos em função variáveis preditoras.

Além dos resíduos, também são verificadas a heterogeneidade das variáveis e a normalidade dos resíduos, e a presença de *outliers* (valores atípicos) nos resíduos, que podem ser efetuadas a partir da elaboração desses mesmos gráficos.

A falta de homogeneidade ou heterogeneidade das variâncias, geralmente tende a produzir um gráfico de resíduos em função dos valores na forma de um megafone (OGLIARI, 2006).

A falta de normalidade pode ser devido à heterogeneidade de variâncias e falta de ajuste do modelo. Portanto, o referido autor sugere que inicialmente se faça a verificação dessas suposições.

É gerado um gráfico de normalidade, onde cada resíduo é grafado com o seu valor esperado. Se o padrão de distribuição é linear, considera-se como distribuição dos erros normal, caso contrário, a distribuição não é normal.

E por fim, a verificação da presença de *outliers* (valores atípicos) nos resíduos pode ser efetuada a partir de um gráfico de resíduos em função da variável preditora ou dos valores ajustados, onde são considerados *outliers* os resíduos que estão a quatro ou mais desvios padrão, a partir do ponto zero.

Quando os resíduos são independentes, eles devem se distribuir aleatoriamente em torno do valor zero, além de não haver correlação entre as variáveis independentes. Deve alternar os pontos em torno de zero. Algumas vezes, o problema de falta de independência é devido a alguma variável importante que foi omitida no modelo.

Para verificar se houve omissão de variáveis preditoras importantes, é recomendada a elaboração de um gráfico dos resíduos em função das variáveis preditoras omitidas do modelo, podendo ter um efeito importante na resposta: a relação linear entre os resíduos e a variável ainda não incluída no modelo. Pode apontar também a ocorrência de heterogeneidade de variâncias.

O modelo de regressão múltipla é dado por:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

onde:

- y é a variável resposta;
- β_0 é o intercepto do plano de regressão;
- β_1 é o coeficiente de inclinação para a primeira variável explanatória;
- β_2 é o coeficiente de inclinação para a segunda variável explanatória;
- β_k é o coeficiente de inclinação para a k -ésima variável explanatória e
- ε é o erro remanescente nos dados.

Há k variáveis explanatórias, algumas das quais podem ser relacionadas ou correlacionadas umas às outras.

Como forma de exemplificação, pode-se dizer que o parâmetro β_1 indica uma mudança na resposta média por unidade de acréscimo em X_1 quando X_2 é mantido constante. Da mesma forma β_2 indica a mudança na resposta média por unidade de aumento em X_2 quando X_1 é mantido constante.

Ogliari (2006) comenta que a função de regressão na regressão múltipla é chamada de *superfície de resposta*. Geralmente, são necessárias diversas variáveis preditoras no modelo para um bom ajuste do mesmo. Além disso, um modelo contendo diversas variáveis preditoras resulta em uma estimativa mais precisa.

Para a demonstração da adequabilidade na formulação do modelo, deve ser verificada a ocorrência de multicolinearidade, a qual revela a importância relativa dos efeitos das diferentes variáveis preditoras e a magnitude do efeito de uma dada variável preditora sobre a variável resposta, aponta se alguma variável preditora poderia ser retirada do modelo por ter pouco efeito sobre a variável resposta e também se alguma variável preditora ainda não incluída no modelo deveria ser considerada para inclusão. Na ocorrência de multicolinearidade, é demonstrado que variáveis regressoras estão correlacionadas com outras variáveis.

Finalmente, diversos autores sugerem a validação do modelo formulado, como forma de demonstrar a veracidade do processo efetuado. Na validação procura-se observar se os valores dos parâmetros podem ser estendidos a outros grupos de dados, demonstrando a adequação do uso do modelo e tornando legítimo o processo de simulação.

Yoshida *et al* (1999) afirmam que a validação de modelos usualmente envolve a verificação do modelo com um outro conjunto de dados, diferente do que foi usado na construção do modelo. Os autores propõem três maneiras básicas para a validação de um modelo de regressão, quais sejam: coletar um novo conjunto de dados para verificar o modelo e sua capacidade de predição; comparar com a teoria, evidências empíricas ou resultados de simulação; ou ainda, dividir o conjunto de dados em duas partes, onde a primeira servirá para construir o modelo, e a segunda para verificar o modelo.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)