U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA. UMA NOVA ABORDAGEM COM BASE NA TELEMEDIÇÃO DE CONSUMOS DOMÉSTICOS

JOÃO RICARDO BATISTA DE MARTINS PACHECO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor Joaquim Manuel Veloso Poças Martins

Co-Orientador: Engenheira Fernanda da Conceição de Abreu Lacerda

SETEMBRO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais

Os dias prósperos não vêm ao acaso; são granjeados, como as searas, com muita fadiga e com muitos intervalos de desalento.

Camilo Castelo Branco

A água é um recurso natural limitado e um bem público fundamental para a vida e a saúde. O direito humano à água é indispensável para se alcançar uma vida humana digna. Ele é um pré-requisito para a realização dos outros direitos humanos...

ONU, 2003

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem o contributo e apoio de várias pessoas e instituições a quem me sinto na obrigação de agradecer o apoio.

Agradeço ao Prof. Joaquim Poças Martins pela oportunidade de realizar esta tese, bem como pela orientação e disponibilização da equipa da Águas do Porto que sempre se revelou disponível e prestável. Não esqueço a disponibilidade da Eng.ª Fernanda Lacerda, que sempre sem reservas prestou todos os esclarecimentos e que orientou a importante revisão final.

Agradeço ao Eng.º João Paulo e à Eng.ª Rita, da Águas do Porto, as pessoas que estiveram mais perto no apoio e que colocaram à minha disposição os serviços da empresa, que sempre se prestaram a auxiliar, disponibilizaram contactos e informações e deram de sua justiça os melhores conselhos para o desenvolvimento da tese.

Agradeço aos Eng.os João Carlos e João Paulo pelos contributos na programação em VisualBasic que se revelaram os mais importantes de todos os auxílios.

Agradeço a oportunidade concedida pela empresa Torção-E para que pudesse desenvolver os meus estudos, uma oportunidade rara e que não posso deixar de realçar. Agradeço ao Eng.º Gil Silva por todas as ausências permitidas, e aos meus colegas de trabalho que muitas vezes tiveram de vir no meu auxílio. Agradeço à Dr. Carla pelo auxílio na tradução para inglês do Resumo. Deixo uma palavra especial à Eng.ª Sofia que sempre me auxiliou nos momentos de maior afogo profissional e nunca deixou que a minha ausência fosse notada negativamente.

Agradeço aos familiares mais próximos, a todos os amigos de longa data e a todos os amigos que tive oportunidade de fazer durante a preparação académica para o grau de Mestre, pelos momentos de diversão, de apoio, de amizade e de paciência para comigo.

Agradeço a todos aqueles de quem me esqueci de referir, mas que em justiça deveriam figurar nestes agradecimentos.

Agradeço à Ana Catarina porque sem ela esta tese não teria sido possível.

Por fim, agradeço aos meus pais que sempre me incentivaram e sempre tudo fizeram para que nenhum dos meus sonhos ficasse por alcançar.

RESUMO

A Águas do Porto E.E.M., concessionária do sistema de distribuição de Água no concelho do Porto, no propósito de monitorizar e reduzir as perdas de água, instalou um sistema piloto de telemedição num bairro de habitação social. O sistema regista, com periodicidade horária, o acumulado de consumos em todos os contadores particulares e, num contador totalizador, mede toda a água fornecida ao bairro.

Esta dissertação consubstancia-se na análise da informação recolhida nesse bairro, com vista à criação de perfis de consumo e perfis de perdas que visem reduzir de forma activa e passiva as perdas de água nos sistemas de distribuição de águas das entidades gestoras destes serviços. Fornece ainda dados estatísticos, sobre a forma e quantidade dos consumos domésticos, que servem de instrumento no dimensionamento das redes, reservatórios e equipamentos das entidades gestoras.

São analisados os aparelhos de medição, os sistemas de telemedição e os perfis de consumo com vista a concretizar acções activas de redução de perdas. Contempla-se também a aplicação de sistemas passivos de redução de fugas como a aplicação de novos planos tarifários e de planos de racionalização de consumos. Conclui-se a dissertação com a análise sobre os novos paradigmas que a telemedição irá criar nas entidades gestoras ao nível da gestão comercial e operacional e ao nível do seu relacionamento com os clientes.

PALAVRAS-CHAVE: telemedição, perdas, contadores, perfis de consumo, política tarifária

ABSTRACT

Águas do Porto E.E.M., the water distribution system sole agent in the municipality of Porto, has installed a pilot project of a remote metering system in a social housing district in order to monitor and reduce water losses. This system records, hourly, both the cumulative consumption in each single counter and the consumption of the total amount of water supplied to this neighborhood.

This work is based upon the analysis of the information collected in this neighborhood as a mean to create consumption profiles and water losses, which can contribute to reduce active or passive water losses in water distribution systems. Overall, this work provides statistical data on the household water use regarding the manner and the amount of consumption, which can be used as tools for designing water systems, water storage tanks and water utility equipment.

Measuring equipment, remote metering systems and consumption patterns were analyzed, with the purpose to implement active measures to reduce water losses. Passive systems are used to reduce leakage through the implementation of new tariff plans and the rationalization of consumption.

Finally, this work presents an analysis on the new paradigms that remote metering systems will create on water utility management, concerning both commercial and operational management as well as in consumer relationship.

KEY WORDS: remote metering systems, water losses, consumer profiles, pricing policy

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i
RESUMO iii
ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. ENQUADRAMENTO 1
1.2. ÁGUAS DO PORTO, EMPRESA MUNICIPAL 2
1.3. RESUMO DOS CAPÍTULOS 2
1.3.1 TELEMETRIA 2
1.3.2 CONTADORES DE ÁGUA 3
1.3.3 PERDAS 3
1.3.4 A TELEMEDIÇÃO NO BAIRRO DE ALDOAR 3
1.3.5 ANÁLISE SOBRE OS RESULTADOS E AS POTENCIALIDADES DA TELEMEDIÇÃO 3
1.4 RESUMO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA 3

2. TELEMETRIA 5
2.1 CONCEITO GERAL 5
2.2 IMPLEMENTAÇÃO 7
2.3 TELEMEDIÇÃO 9
2.4 EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE TELEMEDIÇÃO 10
2.4.1 LISBOA, PORTUGAL 11
2.4.2 SÃO PAULO, BRASIL 11
2.4.3 BARCELONA, ESPANHA 11
2.4.4 CAROLINA DO NORTE, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA 12
2.5 ENQUADRAMENTO TÉCNICO E NORMATIVO 12
2.6 SISTEMAS DE TRANSMISSÃO 14
2.6.1 TRANSMISSÃO AÉREA 15
2.6.2 SISTEMAS POR CABO 16
2.6.3 LEITURA POR INDUÇÃO 17

3. CONTADORES DE ÁGUA 19

3.1 ENQUADRAMENTO LEGAL 19

3.2 COMPONENTES DO CONTADOR 24

3.2.1 CONTADORES DE DIFERENCIAL DE PRESSÃO 24

3.2.2 CONTADORES VOLUMÉTRICOS 25

3.2.3 CONTADORES VELOCIMÉTRICOS 26

3.3 ERROS EM CONTADORES 28

3.4 SELECÇÃO DE CONTADORES 31

4. PERDAS 35

4.1 PERDAS REAIS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO 37

4.2 PERDAS REAIS EM EDIFÍCIOS SEM TOTALIZADOR 38

4.3 PERDAS APARENTES 39

5. A TELEMEDIÇÃO NO BAIRRO DO ALDOAR 41

5.1 INTRODUÇÃO 41

5.2 DESCRIÇÃO DO BAIRRO DE ALDOAR 42

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO BAIRRO DE ALDOAR 46

5.3.1 MÊS DE FEVEREIRO 48

5.3.2 MÊS DE MAIO 49

5.3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS 50

5.4 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO 56

5.5 PERFIS E CAPITAÇÕES 57

5.5.1 MÊS DE FEVEREIRO | POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO 58

5.5.2 MÊS DE FEVEREIRO | POR MÉDIA DE HABITANTE POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO 59

5.5.3 MÊS DE FEVEREIRO | POR HABITANTE 60

5.5.4 MÊS DE FEVEREIRO | POR FRACÇÃO 61

5.5.5 MÊS DE FEVEREIRO | POR HABITANTE POR DIMENSÃO DE AGREGADO FAMILIAR 62

5.5.6 MÊS DE FEVEREIRO – FORA DO BAIRRO| POR FRACÇÃO 63

5.5.7 MÊS DE MAIO | POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO 64

5.5.8 MÊS DE MAIO | POR MÉDIA DE HABITANTE POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO 65

5.5.9 MÊS DE MAIO | POR HABITANTE POR DIMENSÃO DE AGREGADO FAMILIAR 66

5.5.10 MÊS DE MAIO | POR FRACÇÃO 67

5.5.11 MÊS DE MAIO | POR HABITANTE 68
5.5.12 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR HABITAÇÃO POR DIA DE SEMANA 69
5.5.13 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR MORADOR POR DIA DE SEMANA 70
5.5.14 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO 71
5.5.15 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR NÚMERO MÉDIO DE HABITANTES DE TIPOLOGIA 72
5.5.16 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR NÚMERO DE MORADORES DA FRACÇÃO 73
5.5.17 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR FRACÇÃO DO BAIRRO 74
5.5.18 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR MORADOR DO BAIRRO 76
5.6 PERFIS DE CONSUMO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO 78
5.7 PERFIL DE CONSUMO DE FRACÇÃO COM PERDAS DE ÁGUA 83

6. ANÁLISE SOBRE RESULTADOS OBTIDOS E POTENCIALIDADES DO SISTEMA DE TELEMEDIÇÃO 85
6.1 PERFIS DE CONSUMO 85
6.2 CAPITAÇÕES 87
6.3 PERDAS NA REDE PÚBLICA 87
6.4 POLÍTICAS TARIFÁRIAS 89
6.5 FUTURO DE GESTÃO DAS REDES 92

7. CONCLUSÃO 97

BIBLIOGRAFIA 95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Organograma organizacional da Águas do Porto. 2
Figura 2.1: Esquema metrológico num sistema de distribuição de água (Alegre, 2008) 8
Figura 2.2: Evolução para os sistemas de telemedição (kema.com, 2010) 9
Figura 2.3: Sistemas usuais para transmissão de dados (ERSE, 2007) 15
Figura 3.1: Classe de exactidão A em contadores com Qn=1.5m3/h (Janz.pt, 2010) 21
Figura 3.2: Classe de exactidão B em contadores com Qn=1.5m3/h (Janz.pt, 2010) 22
Figura 3.3: Classe de exactidão C em contadores com Qn=1.5m3/h (Janz.pt, 2010) 22
Figura 3.4: Curva de erros para contador de classe C e Qn = 1,5 m3/h (Janz.pt, 2010) 22
Figura 3.5: Medição de diferencial de pressão (wordpress.com, 2010) 25
Figura 3.6: Medição através de tubo de venturi (wordpress.com, 2010) 25
Figura 3.7: Esquema de funcionamento de contador volumétrico (janz.pt, 2010) 26
Figura 3.8: Principais constituintes de um contador volumétrico (omega.com, 2010) 26
Figura 3.9: Esquema de funcionamento de contador velocimétrico do tipo monojacto (janz.pt, 2010) 27
Figura 3.10: esquema de funcionamento de contador velocimétrico do tipo multijacto (janz.pt, 2010) 27
Figura 3.11: Principais constituintes de um contador velocimétrico (omega.com, 2010) 27
Figura 3.12: Erros em contadores para caudais fora dos limites de medição (Arregui et al, 2005) 28
Figura 3.13: Curvas de erro em contador classe C, caudal nominal 1,5 m3/h sujeito a teste de fadiga (Arregui et al, 2005) 29
Figura 3.14: Curvas de erro em contador classe C, caudal nominal 1,5 m3/h sujeito a teste de fadiga (Arregui et al, 2005) 30
Figura 3.15: Exemplos de incrustações em contadores de água (Arregui et al, 2005) 30
Figura 3.16: Erro em contadores por tempo em funcionamento (Taborda, 1997) 31
Figura 3.17: Escolha de contador em função do padrão de consumo (Arregui et al, 2005) 32
Figura 4.1: Ligação tipo by-pass (Lédo, 1999) 39
Figura 4.2: Ligação tipo derivação (Lédo, 1999) 40
Figura 5.1: Fotografia aérea do Bairro de Aldoar (skycraper.com, 2010) 42
Figura 5.2: Fotografia aérea do Bairro de Aldoar (GoogleEarth, 2010) 43
Figura 5.3: Percentagem de tipologias no Bairro de Aldoar 44
Figura 5.4: Número médio de morador por tipologia no Bairro de Aldoar 45
Figura 5.5: Distribuição percentual dos moradores do Bairro de Aldoar por faixa etária 45
Figura 5.6: Pontos representativos dos ramais domiciliários (Águas do Porto) 46
Figura 5.7: Condutas e ramais no Bairro de Aldoar (Águas do Porto) 47
Figura 5.8: Colocação de válvulas de corte, novo rama e totalizador. 48

Figura 5.9: Posição dos concentradores na primeira fase 48
Figura 5.10: Posição dos concentradores na segunda fase 49
Figura 5.11: Disposição final dos concentradores 49
Figura 5.12: Curva de erros do contador Altair V3 DN 15 50
Figura 5.13: Fotografia do contador Altair V3 DN 15 51
Figura 5.14: Fotografia do emissor de sinal Izar R3.5 868 51
Figura 5.15: Fotografia do emissor de sinal Izar R3.5 868 52
Figura 5.16: Fotografia do contador Aquila V4 DN 100 53
Figura 5.17: Fotografia do concentrador Izar Receiver GPRS/LAN 53
Figura 5.18: Fotografia do datalogger Cello 4 54
Figura 5.19: Fotografia do contador Altair V4 R315 DN 15 55
Figura 5.20: Perfis por tipologia, por fracção | Fevereiro. Dias úteis. 58
Figura 5.21: Perfis por tipologia, por fracção | Fevereiro. Fins-de-semana. 58
Figura 5.22: Perfis por tipologia, por fracção | Fevereiro. Fins-de-semana. 59
Figura 5.23: Perfis por tipologia, per capita | Fevereiro. Fins-de-semana. 59
Figura 5.24: Perfis diários por habitante | Fevereiro. Dias úteis. 60
Figura 5.25: Perfis diários por habitante | Fevereiro. Fins-de-semana e feriados. 60
Figura 5.26: Perfis diários por fracção | Fevereiro. Dias úteis. 61
Figura 5.27: Perfis diários por fracção | Fevereiro. Fins-de-semana e feriados. 61
Figura 5.28: Perfis per capita, por agregado | Fevereiro. Dias úteis. 62
Figura 5.29: Perfis per capita, por agregado | Fevereiro. Fins-de-semana. 62
Figura 5.30: Perfis diários por fracção exterior ao Bairro | Fevereiro. Dias úteis. 63
Figura 5.31: Perfis diários por fracção exterior ao Bairro | Fevereiro. Fins-de-semana e feriados. 63
Figura 5.32: Perfis por tipologia, por fracção | Maio. Dias úteis. 64
Figura 5.33: Perfis por tipologia, por fracção | Maio. Fins-de-semana. 64
Figura 5.34: Perfis por tipologia, per capita | Maio. Dias úteis. 65
Figura 5.35: Perfis por tipologia, per capita | Maio. Fins-de-semana. 65
Figura 5.36: Perfis per capita, por agregado | Maio. Dias úteis. 66
Figura 5.37: Perfis per capita, por agregado | Maio. Fins-de-semana. 66
Figura 5.38: Perfis diários por fracção | Maio. Dias úteis. 67
Figura 5.39: Perfis diários por fracção | Maio. Fins-de-semana. 67
Figura 5.40: Perfis diários por habitante | Maio. Dias úteis. 68
Figura 5.41: Perfis diários por habitante | Maio. Fins-de-semana. 68

Figura 5.42: Capitações por habitação por dia. 69
Figura 5.43: Capitações por habitação. Sumário....69
Figura 5.44: Capitação por morador por dia. 70
Figura 5.45: Capitação por morador. Sumário.....70
Figura 5.46: Capitação por fracção | Por tipologia – Por média dias úteis | Mês Fevereiro e Maio. 71
Figura 5.47: Capitação por fracção | Por tipologia – Por média fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio. 71
Figura 5.48: Capitação por fracção | Por morador – Por média dias úteis | Mês Fevereiro e Maio. 72
Figura 5.49: Capitação por fracção | Por morador – Por média fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio. 72
Figura 5.50: Capitação per capita por número de moradores da fracção – Por média dias úteis | Mês Fevereiro e Maio....73
Figura 5.51: Capitação per capita por número de moradores da fracção | Mês Fevereiro e Maio. 73
Figura 5.52: Capitação por fracção | Por dia da semana | Mês Fevereiro e Maio....74
Figura 5.53: Perfis por fracção | Média dos dias úteis | Mês Fevereiro e Maio. 75
Figura 5.54: Perfis por fracção | Média dos dias de fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio....75
Figura 5.55: Capitação por morador | Por dia da semana | Mês Fevereiro e Maio. 76
Figura 5.56: Perfis por morador | Média dos dias úteis | Mês Fevereiro e Maio. 77
Figura 5.57: Perfis por morador | Média dos dias de fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio. 77
Figura 5.58: Comparação entre caudal no totalizador e somatório de caudais das fracções | 14 a 21 de Maio. 78
Figura 5.59: Comparação entre caudal no totalizador e somatório de caudais das fracções | 21 a 26 de Maio. 78
Figura 5.60: Perfil de perdas na rede pública | 14 a 26 de Maio. 79
Figura 5.61: Perfil médio de perdas na rede pública nos dias úteis | 14 a 26 de Maio. 80
Figura 5.62: Perfil médio de perdas na rede pública nos dias de fim-de-semana | 14 a 26 de Maio....81
Figura 5.63: Perfil médio de perdas na rede pública - geral | 14 a 26 de Maio. 81
Figura 5.64: Perfil médio de perdas aparentes no Bairro de Aldoar - geral | 14 a 26 de Maio....83
Figura 5.65: Perfil de consumo – fuga de água. 84
Figura 6.1: Exemplo de um perfil de consumo residencial quasi-instantâneo (Fonseca e Coelho, 2007)86

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Classes de exactidão de contadores. 21

Tabela 3.2: Valores admissíveis para o valor R. 23

Tabela 3.3: Contadores segundo a NP 2468:1997 e Directiva 75/33/CEE 23

Tabela 3.4: Contadores segundo a NP EN 14154:2008 e Directiva 2004/22/CE 24

Tabela 3.5: Caudal perdido em perdas por gotejamento (Oliveira, 2002) 29

Tabela 5.1: Resumo de total de tipologias e de moradores 43

Tabela 5.2: Discriminação da dimensão dos agregados familiares 44

Tabela 5.3: Curva de erros do contador Altair V3 DN 15 50

Tabela 5.4: Curva de erros do contador Altair V3 DN 15 52

Tabela 5.5: Curva de erros do contador Altair V4 R315 DN 15 54

Tabela 5.6: Custo dos equipamentos. 55

Tabela 5.7: Diferença entre caudal no totalizador e somatório de caudais das fracções – 14 a 26 de Maio 79

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

AMI – Advanced Metering Infrastructure

AMM – Automatic Meter Management ou Automated Meter Management

AMM+MU – Automatic Meter Management + Multi-Utility

AMR – Automatic Meter Reading ou Automated Meter Reading

AT – Alta Tensão

CEN – Comité Europeu para a Normalização

CENELEC – Comité Europeu para a Normalização Electrotécnica

DECO – Defesa do Consumidor

DLC – Distribution Line Communication

EDP – Energias de Portugal

EHS – European Home Systems Protocol

ENEL – Ente Nazionale per l'Energia eLettrica

ERM – Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ETSI – Instituto Europeu para a Normalização das Telecomunicações

GPRS – General Packet Radio Service

GSM – Global System for Mobile Communications

ISO – Organização Internacional para a Normalização

IWA – International Water Association

KNX-RF™ – Konnex Radio Frequency

LCD – Liquid Cristal Display

MAT – Muito alta tensão

M-Bus – Meter Bus

Mibel – Mercado Ibérico da Electricidade

MID – Measuring Instruments Directive

MT – Média tensão

NP – Norma Portuguesa

OSI – Open System Interconection

PLC – Power Line Carrier

RTC – Real Time Clock

SQL – Structures Query Language

STD – Sistemas de Telemetria Domiciliária

1
INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

As entidades gestoras dos serviços de distribuição de água têm na redução das fugas e perdas um instrumento para melhorar os seus custos operacionais, reduzir o volume de água consumida e melhorar a sua imagem junto dos consumidores.

Esta dissertação tem como objectivo o estudo das perdas reais e aparentes em sistemas de distribuição de água através da aplicação e monitorização de sistemas de telemetria. A telemetria é já usada ao nível do controlo das redes de distribuição, dando informação em tempo real sobre pressões e caudais em pontos específicos da rede, nomeadamente, em nós de fornecimento e junto de grandes consumidores.

O estado e custo actual da tecnologia permitem já utilizar a telemetria de forma massificada na medição dos consumos domésticos, surgindo assim o conceito de telemedição ou telecontagem. Pretende-se aqui analisar os benefícios, alcance, custos, limitações e problemas na implementação dos sistemas de telecontagem.

Decorrem simultaneamente programas de substituição do parque de contadores instalado por novos contadores que permitam reduzir os custos de subfacturação, comunicar com os novos sistemas de telemedição e oferecer funcionalidades de detecção de fraudes e consumos ilícitos.

A Águas do Porto E.E.M. tem já em funcionamento um sistema de telemedição que abrange 9000 contadores domésticos, estando em progresso o aumento da capacidade instalada para 16000 consumidores. Como acréscimo, a Águas do Porto instalou um conjunto de equipamentos no Bairro de Aldoar que recolhem os consumos domésticos com periodicidade horária e que totalizam na mesma periodicidade toda a água consumida no mesmo bairro.

Contabilizando 350 contadores instalados, a informação recolhida no Bairro de Aldoar abre novos caminhos para o estudo e análise dos consumos domésticos e do comportamento das redes, configurando-se como o instrumento central deste trabalho e sobre o qual se pretende inferir conclusões que validem ou não o conhecimento corrente sobre hábitos de consumo e capitações.

Pretende-se ainda analisar sobre as vantagens e benefícios da obtenção e tratamento desta informação e das implicações na gestão comercial e operacional dos serviços de medição e facturação e no relacionamento comercial das entidades gestoras com os seus clientes.

1.2 ÁGUAS DO PORTO, EMPRESA MUNICIPAL

A Águas do Porto, Empresa Municipal, derivam dos Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento do Porto (SMAS), fundados em Abril de 1927. Actualmente a Águas do Porto tem a concessão da distribuição de água e drenagem de águas residuais no concelho do Porto. Tem actualmente um universo de cerca de 150.000 clientes.

O sistema de distribuição de água à cidade é constituído por 8 reservatórios, a que correspondem uma capacidade total de armazenamento de 130.800 m³, e por uma rede de condutas de distribuição com 730 km de comprimento, e por um conjunto de condutas adutoras cujo comprimento é de 46 km. A água é adquirida à empresa Águas do Douro e Paiva através de dois eixos adutores principais, um a Norte, através da Circunvalação e outro a Sul, que abastece o Reservatório de Nova Sintra.

O sistema de saneamento tem uma extensão total de cerca de 474 km e compreende duas estações de tratamento de águas residuais, Freixo e Sobreiras.

Na gestão interna da empresa há uma separação clara entre a direcção técnica e a direcção administrativa e comercial. Ambas as direcções são coordenadas pelo concelho de administração que tem uma série de serviços de assessoria associados. Em baixo apresenta-se um cronograma que explicita a estrutura organizacional da empresa.

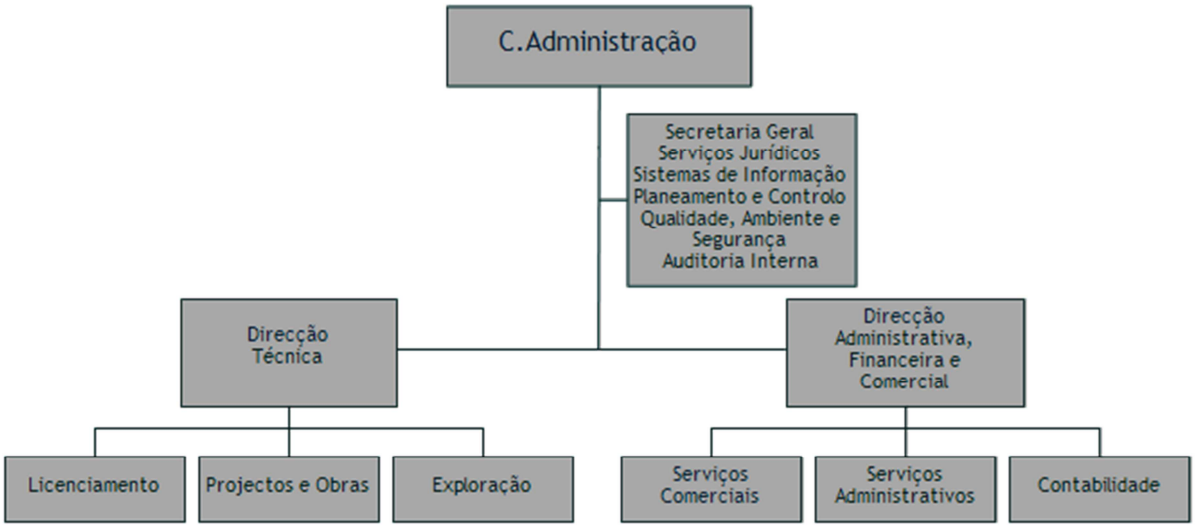


Figura 1.1: Organograma organizacional da Águas do Porto.

1.3 RESUMO DOS CAPÍTULOS

1.3.1 TELEMETRIA

Faz-se a descrição do estado da arte, principais aplicações, limitações e problemas e experiências da sua aplicação. Descreve-se as características principais da telemedição, o tema central desta dissertação. Pondera-se de que formas a telemetria em geral e a telemedição em particular podem contribuir para o controlo e redução activa ou passiva de perdas em sistemas de distribuição. O capítulo conclui-se com referências ao enquadramento técnico e normativo e às características técnicas dos sistemas de transmissão de informação correntes em telemetria.

1.3.2 CONTADORES DE ÁGUA

Faz-se o enquadramento legal a que estão sujeitos estes instrumentos de metrologia e analisa-se tecnicamente os principais componentes e modelos de contadores. Com essa informação infere-se sobre as considerações a ter na escolha económica de contadores com base nas características de desempenho dos contadores e dos perfis de consumo espectáveis.

1.3.3 PERDAS

Descreve-se no que consistem as perdas de água, fazendo depois o enquadramento para a análise distinta das perdas reais e aparentes através de sistemas de telemetria. Fazem-se referência a métodos e procedimentos de monitorização, análise e acção com vista à redução das perdas de água em sistemas de distribuição.

1.3.4 A TELEMEDIÇÃO NO BAIRRO DE ALDOAR

Depois da descrição do bairro, quer à sua constituição física, quer à caracterização do perfil socioeconómico dos seus moradores, descreve-se o sistema de telemedição instalado no Bairro. Faz-se a descrição do procedimento de análise das informações recolhidas no sistema de telemedição e apresentam-se os resultados dessa análise estatística, ao nível de perfis de consumo e capitações, e perfis de perdas, discriminando os resultados por hora, por dia de semana, por tipologia de fracção e por número de habitantes por fracção. Apresenta-se no final o perfil de perdas de água obtido para o Bairro de Aldoar durante os períodos em análise, 3 semanas em Fevereiro e 2 semanas em Maio de 2010.

1.3.5 ANÁLISE SOBRE OS RESULTADOS E AS POTENCIALIDADES DA TELEMEDIÇÃO

Compreende a análise crítica sobre os perfis de consumo, as capitações e os perfis de perdas obtidos, fazendo-se a comparação dos resultados obtidos com conclusões publicadas noutros estudos sobre telemetria e comportamento dos consumidores. Concretiza-se com a estimação do caudal e volume de perdas reais durante os períodos em análise. Faz-se a referência às potencialidades da telemedição no estabelecimento de novas políticas monetárias e na implantação de planos de racionamento do uso de água que beneficiem a redução das perdas aparentes e melhorem o desempenho técnico e económico dos sistemas de distribuição. No final infere-se sobre os novos paradigmas que a telemedição irá trazer a nível de implantação dos sistemas e da relação comercial com os consumidores, à luz da análise crítica feita no decorrer da dissertação.

1.4 RESUMO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

No estudo das perdas de água e da caracterização de contadores, por serem temáticas antigas, encontra-se facilmente um amplo leque de trabalhos práticos e dissertações académicas.

A telemetria, por ser um tema mais recente e que envolve diferentes áreas de conhecimento, nomeadamente os aparelhos de medição, a transmissão de sinal, a gestão das bases de dados e o estudo econométrico da informação, apresenta bibliografia mais escassa e essencialmente mais dispersa.

A nível nacional, apesar de haver sistemas de telemedição instalados, estes servem essencialmente para facturação e não foram objecto de estudo académico aprofundado. Os estudos acontecem

essencialmente na telemedição de consumos de electricidade. Relativamente à telemedição de consumos domésticos de água, o estudo mais significativo teve início em 2005 e envolveu o LNEC, a EPAL e a Fundação para a Ciência e Tecnologia, com aplicação prática na telemedição, em Lisboa, de um edifício de habitação colectiva com 343 fracções de estrato socioeconómico médio-alto.

Foram tidos em conta estudos de vários países, designadamente Espanha, França, Holanda, Reino Unido, Estados Unidos da América, Brasil, Austrália e Portugal.

Pretende-se então reunir neste trabalho várias informações dispersas noutros estudos e que interessem às entidades gestoras no que ao controlo de perdas através de sistemas de telemedição diz respeito. Pretende-se ainda oferecer dados únicos referentes a capitações e perfis de consumo doméstico que sirvam de referência para outros trabalhos e para aplicação prática nas entidades gestoras dos serviços de distribuição e água.

2
TELEMETRIA

2.1 CONCEITO GERAL

A telemetria foi criada inicialmente para a obtenção de consumos de clientes em que, pela sua localização geográfica, tornava difícil ou onerosa a obtenção das leituras. (Loureiro *et al*, 2007)

Com a recente evolução tecnológica nas áreas da informática e telecomunicações, é actualmente possível técnica e economicamente a colocação destes sistemas na medição de pequenos consumos, caso dos domésticos. Permite reduzir os custos da obtenção e tratamento das leituras e reduzir a facturação por estimativa.

Permite também, dependendo das características do sistemas adoptados, obter informação em tempo real sobre fugas de água em redes públicas ou instalações prediais e sobre possíveis adulterações em contadores.

De forma genérica podem-se referir uma série de condicionantes que envolve a análise e operação de um sistema de telemetria (Buenfil, 1993):

- Comportamento social e cultura de uso de água dos consumidores
- Necessidade de água e elasticidade do consumo
- Características das casas e locais de instalação dos aparelhos de medição
- Controlo técnico e operativo do serviço de distribuição de água
- Ferramenta de controlo da procura e de programas de investimento
- Enquadramento legal para forçar procedimentos
- Recursos financeiros para os programas de medição
- Estrutura organizacional da distribuidora de água
- Capacidade de gestão da distribuidora de água
- A nível das entidades gestoras, a telemetria pode ser entendida em quatro níveis

Ao nível das entidades gestoras a telemetria pode ser entendida em quatro níveis distintos: (Loureiro, 2005)

- Nível 1: Telemetria ao nível do sistema de adução e transporte – medição em termos de importação/exportação de água bruta/armazenada, água fornecida ao tratamento, água fornecida à adução e água fornecida à distribuição.
- Nível 2: Telemetria ao nível das áreas de influência de reservatórios.
- Nível 3: Telemetria ao nível dos grandes consumidores e contadores totalizadores em edifícios.
- Nível 4: Telemetria ao nível dos consumidores individuais.

Na prática, Loureiro (2007), estes sistemas são aplicados até ao nível 3, com exclusão dos contadores totalizadores dos edifícios, que, pelos volumes a monitorizar, justificaram o investimento em sistemas de telemetria. Pretende-se actualmente completar o nível 3 e entrar no nível 4.

Também referindo-se às entidades gestoras, Martins (2007) diagnostica o desempenho destas empresas de acordo com a sua eficácia no controlo de perdas e na informatização dos serviços de medição, gestão e operação das redes. Na tabela 2.1 apresenta-se uma metodologia que ingloba 4 patamares sucessivos, da pré-eficácia à excelência, onde classifica o desempenho das empresas em função de indicadores de gestão e de operação. A telemedição, telegestão e, no limite, a telemetria em tempo real, serão portanto ferramentas principais e indispensáveis para a evolução da gestão das empresas de águas.

Tabela 2.1: Estágios de Desenvolvimento e Indicadores (Martins, 2007)

Estágios de gestão	tempo de decisão	Indicadores de gestão	Atendimento e disponibilidade	Perdas	Emergências	Informatização
Pré-eficácia	Meses	Calculados anualmente para os relatórios	Inexistência de atendimento telefónico permanente e de piquetes de intervenção	Não controladas, tipicamente superiores a 50 %	Muito frequentes, de resolução tardia e demorada (raras vezes à noite e fins de semana)	Facturação e salários
Eficácia	Semanas	Controlados algumas vezes por ano	Atendimento telefónico permanente e piquetes de informação	30 a 50 %	Frequentes, com resolução à noite e fins de semana	Facturação, contratação, serviços administrativos e reclamações
Eficiência	Dias	Controlados ao mês	Idem + Central de comando + telemetria	15 a 30 %	Pouco frequentes, com resolução à noite e fins de semana	Idem + telemetria, cadastro digitalizado, modelação das redes
Excelência	Horas	Controlados em tempo real	Idem + Telegestão + capacidade de mobilização generalizada, com planos de contingência	< 15 %	Raras, resolvidas quase sempre sem que a generalidade dos clientes repare	Integração geral das aplicações, com produção de indicadores de gestão em tempo real

Outra vantagem da telemetria é a integração da área operacional com as áreas comercial e administrativa. Verifica-se actualmente desarticulação entre o sistema de macromedição, normalmente sob a responsabilidade da área operacional, e o sistema de micromedição cuja informação é usualmente tratada pela área comercial. (Alves *et al*, 1999)

A facilidade da obtenção e gestão dos dados de consumos permite reduzir o intervalo de tempo entre leituras de contadores, diminuindo os períodos de tempo de estimativa permitindo uma facturação

mais precisa aos consumidores. Assim consegue-se também diminuir a insatisfação e o número de queixas por facturação imprecisa. (van Gerwen, 2006)

Existe ainda a possibilidade de junção dos vários sistemas de medição – água, gás, electricidade – num mesmo sistema de teletransmissão e recolha de dados. (ERSE, 2007)

Não se pode, por fim, deixar de salientar que desenvolvimento de um sistema de informação não é um objectivo em si mesmo mas apenas um meio para facilitar ou mais bem sustentar as tarefas dos utilizadores a quem se destina. É portanto imprescindível o acompanhamento por parte dos utilizadores e operadores durante todas as fases de desenvolvimento do sistema (Alegre, 2008).

2.2 IMPLEMENTAÇÃO

A crescente complexidade da gestão de sistemas de abastecimento de água requer a introdução de equipamentos manobráveis que confiram flexibilidade de operação, permitindo em cada momento ajustar o modo de funcionamento à disponibilidade de recursos e às necessidades dos consumidores, com elevado grau de eficiência.

Verifica-se uma utilização crescente de válvulas telecomandadas, ou comandadas localmente com autómatos, que permitem alterar os circuitos da água ou ajustar pressões ou caudais, contribuindo para melhorar os níveis de serviço ou para melhorar a eficiência em termos de perdas de água ou consumo de energia. (Alegre, 2008)

Através da medição de caudais e estudo dos perfis de consumo pode-se criar um procedimento fiável para a previsão de consumos para os diversos dias, podendo-se assim estimar melhor as necessidades de bombeamento de água para os reservatórios e programar essas operações para o período nocturno quando as tarifas de energia são mais baixas. (Alegre, 2008) Diminui-se assim factura eléctrica do abastecimento de água.

A telemetria facilita a gestão de um sistema de medição de caudais, pressões e parâmetros de qualidade de água na rede de distribuição. Os pontos fundamentais para análise são os que permitem avaliar os volumes de água produzida, fornecida aos sistemas de distribuição – para sistemas em alta – e adquirida ao exterior e vendida aos consumidores – para sistemas em baixa. Na imagem seguinte, Figura 2.1, apresenta-se esquematicamente o atrás referido.

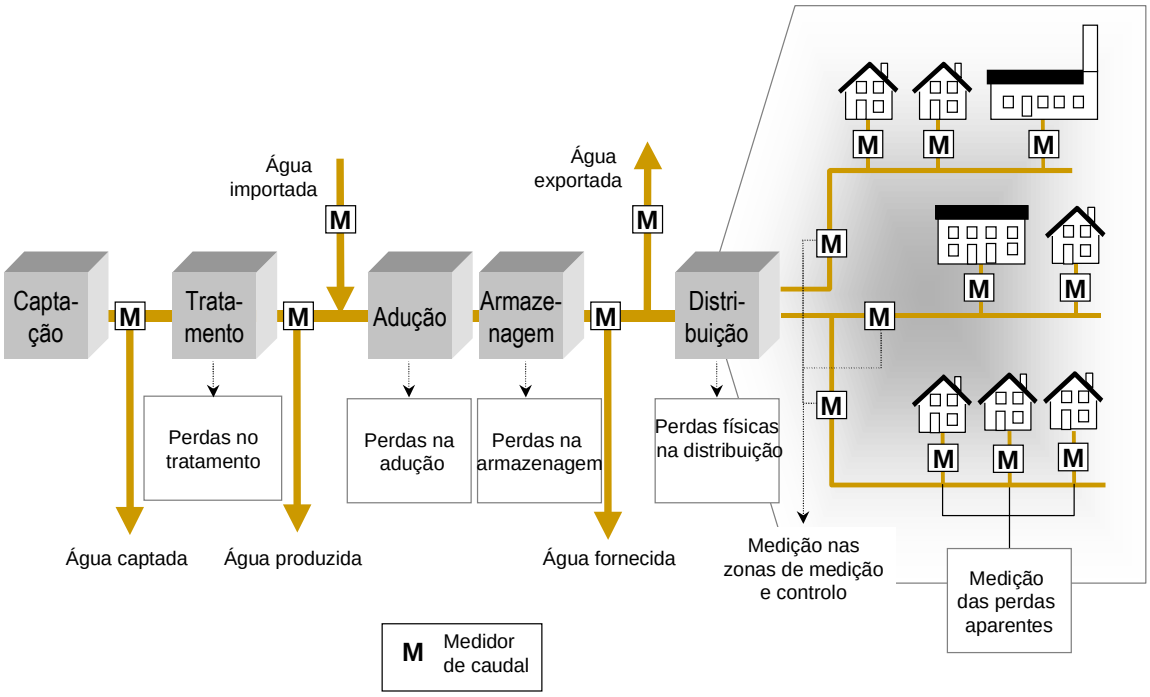


Figura 2.1: Esquema metrológico num sistema de distribuição de água (Alegre, 2008)

Aos sistemas de telemetria centralizados podem também afluir informações sobre nível de água em reservatórios ou estado de funcionamento de grupos elevatórios, podendo-se inclusivamente comandar remotamente autómatos colocados nos locais para accionamento de bombas e válvulas.

Os principais entraves ao estabelecimento destes amplos sistemas de telemetria prendem-se com o elevado custo de aquisição e implementação dos sistemas. Posto isto, a ERSE procurou saber, em inquérito junto dos fabricantes de contadores, da perspectiva de evolução das novas tecnologias de medição do mercado de equipamentos e serviços de medição. Procurou-se também aferir da relação entre as funcionalidades a incluir nos novos contadores e o acréscimo de custo associado a essa opção.

Em geral, as respostas foram no sentido de minimizar o sobrecusto associado às funcionalidades de cálculo no processo de medida e agregação de consumos. Pelo contrário, as funcionalidades relativas à comunicação do contador com os concentradores de dados, de controlo e actuação sobre a potência máxima ou de capacidade de armazenamento de dados foram apontadas como tendo impacto nos custos dos contadores.

As principais componentes no custo final, analisadas numa perspectiva de custos e benefícios são: (ERSE, 2007)

- Módulo de comunicações através da rede de distribuição (PLC).
- Módulo de comunicações através de comunicações móveis (GPRS/GSM), em alternativa à anterior.
- Dispositivo de controlo de potência integrado no contador, controlado remotamente.
- Capacidade de interagir com outros contadores e registar os respectivos dados de consumo de modo a permitir uma oferta multi-serviço.

Na operação, Alegre (2008), identifica como entraves à aplicação dos sistemas de telemetria a falta de receptividade dos técnicos operadores dos sistemas, do problema de armazenamento e gestão em tempo real de grandes quantidades de informação, da complexidade excessiva de alguns procedimentos e da dificuldade de diálogo entre diferentes sistemas de informação. Verifica-se nos técnicos operados do sistema uma reacção negativa às novas rotinas necessárias, dificuldade de preparação técnica pela operação de sistemas complexos e pouco intuitivos e pelo por vezes desajuste entre as facilidades implementadas e as necessidades efectivas.

2.3 TELEMEDIÇÃO

A telemedição, telecontagem ou STD, sistema de telemetria domiciliária, considera a parte da telemetria que apenas à contabilização dos consumos particulares diz respeito.

Consiste, de uma forma geral, num sistema de recolha, eventual armazenamento e transmissão da informação das leituras dos contadores em sinal digital, reduzindo o tempo de recolha pelos serviços das leituras dos contadores e da transposição dessas leituras para a base de dados da entidade gestora. Permite inclusivamente a detecção de fraudes e a detecção de fugas em instalações de particulares. (van Gerwen, 2006)

Por outro lado, a existência de medições precisas e referentes a cada período de facturação elimina a necessidade de facturar por estimativas de consumo. A eliminação da facturação por estimativa reduz o fluxo reclamações e o número de conflitos entre os agentes, em especial entre os consumidores e as entidades com quem se relacionam. A redução dos custos de atendimento comercial bem como de atrasos de pagamento tem impacte positivo para as empresas do sector e para os consumidores. (ERSE, 2007)

Em baixo, na Figura 2.2, apresenta-se esquematicamente a evolução dos métodos convencionais de medição para os sistemas de telemedição.

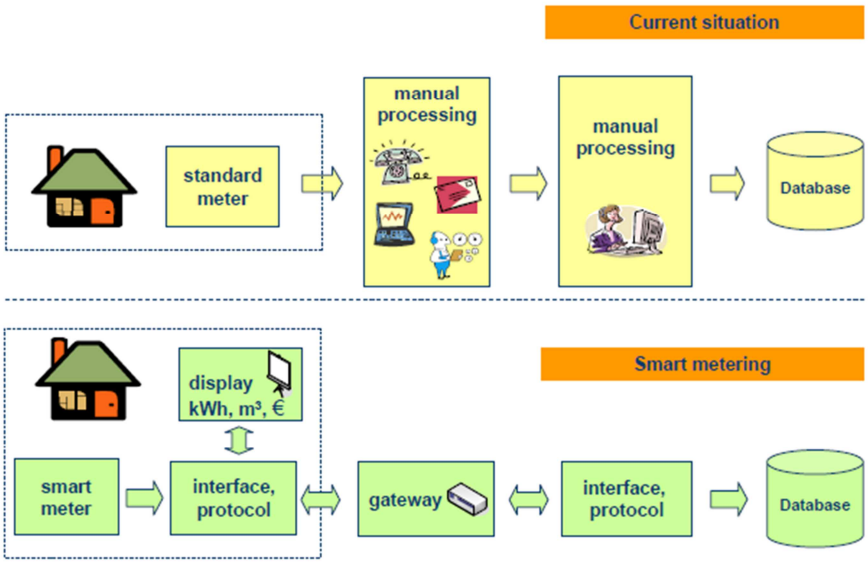


Figura 2.2: Evolução para os sistemas de telemedição (kema.com, 2010)

Dando como exemplo a Águas do Porto, E.E.M., passou-se de leituras semestrais para leituras bimensais em consumidores com sistema de telemetria instalado. No futuro, pode-se alargar a

medições mensais e, no limite, para medições horárias permitindo novas estruturas de tarifas, de forma análoga ao praticado pelas distribuidoras de energia eléctrica.

O propósito de um estudo pormenorizado de consumos é aferir de soluções de distribuição únicas de distribuição por bairro tendo em conta as suas características socioeconómicas e características físicas. Os resultados esperados serão recomendações sobre tipo e precisão de contadores em conjunto com procedimentos para melhorar os resultados operacionais da empresa, a sua imagem pública, a eficiência e precisão da leitura, facturação e cobrança, bem como um critério para traçar tarifas e taxas volumétricas e fixas. (Buenfil, 1993)

Atente-se ainda que os sistemas de informação estão em permanente desenvolvimento, pelo que é normal assumir que os protocolos de comunicação se adaptem às capacidades técnicas disponibilizadas, não sendo por isso expectável que esta evolução cesse. Considerando esta realidade, é de todo importante que o sistema instalado para proceder à contagem e o sistema de comunicação - sistema de telemedição - sejam, dentro do possível, independentes entre si. (Portgás, 2007)

Neste sentido, os novos contadores têm características modulares, sendo constituídos por módulos com diversas funções de forma a permitir uma separação entre, por exemplo, o sistema de comunicação, que pode necessitar de actualizações ou modificações tecnológicas periódicas, e o corpo principal do contador. (ERSE, 2007)

Por fim refira-se que dos sistemas de telemedição fazem parte não só os equipamentos de medição, contadores, mas também todo um conjunto de equipamentos e sistemas de informação de aquisição e processamento de dados de consumo. Os sistemas de gestão de consumos, embora já existam, devem ser reconfigurados para se adequarem ao maior volume de dados de consumo e ao maior grau de interactividade entre o sistema e os agentes que o utilizam. (ERSE, 2007)

2.4 EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE TELEMEDIÇÃO

Na rede de distribuição eléctrica, todas as instalações de clientes em Portugal Continental em MT (média tensão), AT (alta tensão) e MAT (muito alta tensão) estão introduzidas em sistema de telecontagem, como consequência de programas de substituição dos equipamentos de medição ocorridos entre 2002 e 2005 (Dias, 2008).

Existe também, promovido pela ERSE, um plano de substituição de contadores de energia eléctrica com definição de funcionalidades mínimas. (ERSE)

No que a sistemas de distribuição de água diz respeito, apresenta-se me baixo exemplos de aplicação de sistemas de telemedição. Relativamente a sistemas de distribuição de água, apresenta-se em baixo breve descrição de sistemas já aplicados.

No caso da Águas do Porto E.E.M., paralelamente ao sistema objecto de estudo nesta dissertação, refere-se a existência de um sistema de telemetria do tipo *Drive-By*, enunciado anteriormente, aplicado a 6000 contadores. É um sistema de informação unidireccional onde cada contador emite, de 8 em 8 segundos, a informação sobre o volume totalizado.

A recolha da informação é feita através da passagem de um automóvel em rotas pré-estabelecidas onde o operador de aparelho receptor visualiza em tempo real o número e identificação dos contadores já processados e ainda por processar. Assim, a qualquer momento, o operador verifica se o registo de algum contador não foi processado, fazendo nova passagem pelo local.

A experiência mostra que em prédios com maiores barreiras arquitectónicas é necessário circular o receptor pelo contorno do edifício, sendo por vezes necessário entrar dentro do até receber toda a informação daí enviada. Este sistema abrange apenas partes da cidade.

O Bairro de Aldoar é parte integrante do parque de contadores com telemetria, sendo os emissores de sinal colocados neste bairro em tudo idênticos aos colocados nos restantes locais. Os dados registados nos concentradores instalados poderão ser utilizados para a facturação destes consumidores.

Relativamente a sistemas de telemedição onde foi já efectuado tratamento estatístico da informação, podem-se referir os seguintes casos:

2.4.1 LISBOA, PORTUGAL

No âmbito de um projecto de investigação co-financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, Coordenado pelo LNEC e com a participação da EPAL S.A., foram instalados sistemas de telemedição em 343 fracções domésticas, a que correspondem 652 habitantes, referentes a um conjunto de seis edifícios designado por TwinTowers . Previu ainda a realização de questionários pelos moradores. Este estudo foi feito em 2006 para um trimestre de Outono e um trimestre de Verão. (Pinheiro, 2008)

2.4.2 SÃO PAULO, BRASIL

Foi efectuado um levantamento dos perfis de consumo e usos finais no oeste da cidade de São Paulo em 2008. Foram escolhidos um grupo de consumidores com o perfil de consumidor tipo e com consumos mensais de 15 a 20 m^3. O universo de amostragem foi de 100 contadores. Foram colocados contadores também nos aparelhos de descarga e feita a caracterização dos perfis de consumos por tipo e duração de cada utilização. Incluiu ainda questionários para aferir do nível socioeconómico dos moradores. (Barreto, 2008)

2.4.3 BARCELONA, ESPANHA

Foi feito em 2004, entra Janeiro e Março, um estudo abrangendo 532 habitações em 22 municípios da região Metropolitana de Barcelona. Foi feito um questionário telefónico com 42 perguntas para cada uma das habitações. A selecção das casas foi feita seguindo uma lógica de estratificação baseada na população dos municípios e no tipo predominante de habitação. A amostra estendeu-se a três tipos de habitações, designadamente habitações em edifícios de habitação colectiva, habitações em edifícios de habitação colectiva com jardins e piscinas comuns e em edifícios de habitação unifamiliar. (Domene e Saurí, 2005)

2.4.4 CAROLINA DO NORTE, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Procedeu-se a um levantamento em grande escala quer em número de contadores como em duração temporal. Iniciou-se em Julho de 2006 e terminou em Dezembro de 2008. Focou-se exclusivamente em consumidores residenciais e estudou-se o comportamento destes durante 30 meses, tendo sido feita a divisão dos consumidores em quatro classes, consumidores com sistemas de rega activos, consumidores com perfis de fortes picos de consumo, grandes consumidores e consumidores responsáveis (Tiger et al, 2009)

2.5 ENQUADRAMENTO TÉCNICO E NORMATIVO

No espaço europeu está em vigor desde Outubro de 2006 uma nova directiva comunitária, Directiva para a Metrologia Legal – 2004/22/CE do Parlamento e Conselho Europeu – designada usualmente por MID, acrónimo de Measuring Instruments Directive. Em Portugal, o Decreto-Lei n.º 192/2006, de 26 de Setembro, surge como a transposição da directiva europeia. Esta directiva refere-se aos aparelhos de medição, onde se incluem os contadores de água, mas não expressamente aos sistemas de telemetria.

Para melhor enquadrar os sistemas de telemetria, atente-se à norma elaborada pela *American Water Works Association* (AWWA) registada através da *American National Standards Institute* (ANSI) sob o código *ANSI/AWWA C706-96 (R2005)* designada *Direct-Reading, Remote-Registration Systems for Cold-Water Meters*. Nesta norma definem-se as principais unidades a que um sistema de telemetria para consumo doméstico deve obedecer:

A **unidade local**, com função de leitura, registo e transmissão do consumo medido. É composta por um contador totalizador, por um emissor e por um módulo de comunicação remota.

A **unidade intermédia**, denominada concentrador, recebe as leituras de um conjunto de contadores, armazena-as e transmite para uma unidade remota de recolha e processamento de dados.

A **unidade remota** tem como função a recolha, processamento, armazenamento e aproveitamento dos dados de consumo. Esta unidade ser parte integrante do sistema de facturação e de gestão de clientes.

O **sistema de comunicações**, compreendido em duas partes, a comunicação entre a unidade local e o concentrador, e a comunicação entre o concentrador e a unidade remota.

A nível Europeu a normalização existente encontra-se dispersa por uma série de documentos, sendo os mais releventes o CEN/TC 92, relativo a contadores de água, o CEN/TC 294, relativo aos sistemas de comunicação para contadores e à leitura remota dos contadores e o CLC/TC 215 relativo aos aspectos electrotécnicos dos equipamentos de telecomunicações.

Foi ainda elaborado no espaço Europeu um sistema de comunicação feito pensado especificamente para a telemetria. Trata-se do *M-Bus*, enquadrado através da EN 13757, que descreve de modo genérico a troca de dados e a forma de comunicação entre contadores e leitores remotos.

Este barramento preenche os requisitos específicos de sistemas alimentados de energia remotamente ou a funcionar por bateria, onde se inserem os contadores de água, electricidade ou gás. O envio da informação acontece através da interrogação remota dos contadores que, nessas circunstâncias, fornecem os dados que recolheram ao interrogador que funciona a intervalos periódicos, lendo todos os contadores de um prédio ou bairro. Alternativamente, os dados podem ser enviados por modem para um computador central. (*M-Bus*)

O conceito do *M-Bus* teve por base o modelo de referência ISO-OSI, sendo por isso um sistema aberto sobre o qual se possa utilizar qualquer protocolo desejado.

O *M-Bus*, elaborado para funcionar através de sistema com fios, define também, através da EN 13757-4, um protocolo para sistemas sem fios, o *Wireless M-Bus*. Este formato usa uma frequência rádio de baixo alcance na banda de 868 MHz. Esta norma está a ter forte aceitação na Europa e será a possível base para as infra-estruturas avançadas de Medição. (Evjen, 2008)

A norma funciona em sistemas unidireccionais e bidireccionais. Prevê ainda 3 modos de funcionamento, T, S e R.

O modo T opera a 868.95 MHz, tendo dois modos T1 e T2. O submodo T1 é concebido para sistemas com alta frequência de transmissões, caso dos contadores que emitem informação a cada hora. Com uma velocidade de transmissão de 100 Kb/s, assegura-se que o tempo de comunicação é baixo e portanto a comunicação acontece com baixo consumo para o emissor do sinal de rádio.

O submodo T2, de transmissão e recepção, apresenta também mecanismos para poupança de energia. Neste modo, o transmissor rádio permanece activo apenas 3 milissegundos após a transmissão à espera de futuros comandos.

O modo S, modo estacionário, opera a 868.3 MHz sendo de apenas de transmissão, submodo S1, ou bidireccional, submodo S2. Tem como particularidade permitir ainda maiores velocidades de transmissão de dados, 32768 Kb/s.

O modo R, receptor frequente, oferece 10 canais de transmissão, funcionando a 4,8 Kb/s. A frequência de funcionamento é de 868,03 MHz + n x 0,06 MHz, sendo n o número do canal.

Para além da já referida normalização na Europa, importa fazer breve referência a outros protocolos comercialmente disponíveis para os sistemas de telemetria, casos do *ZigBee*™, *KNX-RF*™ ou *Prios*™. Note-se contudo que estes são sistemas proprietários ao contrário do sistema *M-Bus*.

O *KNX-RF*™, abreviatura para Konnex Radio Frequency, é um sistema criado pela Konnex para sistemas domésticos e comerciais de domótica, podendo também ser aplicado a sistemas de telemetria. (KNX.org, 2010) É aprovado como sendo uma norma internacional, ISO / IEC 14543-3, uma norma europeia, CENELEC EN 50090 e CEN EN 1332-1 e uma norma Chinesa, GB / Z 20965. Surgiu como sucessão e convergência de normas anteriores, nomeadamente a EHS, European Home System Protocol, a BatiBus e a EIB, European Installation Bus. Funciona, tal como a *M-Bus*, com uma frequência central de 868,3 Mhz.

Por sua vez, o protocolo *ZigBee*™ é amplamente usado nos Estados Unidos da América em sistemas de telemetria. Funciona na banda de 2.4 GHz e é limitado, na Europa, pela ETSI EN 300 328 que regula a compatibilidade electromagnética e o espectro de rádio, ERM, ao consumo de 10 mW/MHz. O *ZigBee*™ foi desenvolvido tendo por base a norma IEEE 802.15.4-2003, ocorrendo a comunicação através de sinal rádio digital. É especialmente útil em sistemas que requerem baixa quantidade de transmissão de dados, prolongada bateria e comunicações seguras. (zigbee.org, 2010)

O protocolo *Prios*™, o utilizado no sistema de telemetria instalado pela Águas do Porto, teve concepção original na Alemanha e funciona na frequência de 868,95 MHZ. O protocolo está em conformidade com a Directiva Europeia EEC 1999/5/EC que estabelece os requisitos para a colocação no mercado, comercialização e funcionamento dos equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações e cumpre as recomendações da já referida CEN/TC 294.

No que ao tempo de bateria diz respeito, não se encontra à data normalização europeia específica para esta situação Para a estimação do tempo de bateria alcançável pelos dispositivos pode-se eventualmente recorrer à norma holandesa NTA 8130.

2.6 SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Os sistemas mais usuais de comunicação são, no cabo, por DLC ou M-Bus e, por via aérea, GSM e GPRS.

Como factores condicionantes têm-se os custos da transmissão do sinal por cabo - rede eléctrica, fibra óptica, rede telefónica – ou a capacidade de enviar a informação por via aérea, onde a cobertura de rede no local e a localização dos emissores dentro do edifício são os factores condicionantes.

Os sistemas podem ainda classificar-se como unidireccionais ou bidireccionais. Os sistemas unidireccionais, também designados por AMR (Automatic Meter Reading), permitem a comunicação do controlador para o sistema central. Os sistemas bidireccionais, também designados por AMM (Automatic Meter Management) permitem que a central comunique também com os contadores. Assim é possível alterar remotamente parâmetros do contador ou enviar informação que altere o comportamento do sistema ou que informe e alerte o consumidor. (ERSE, 2007).

Da sua experiência em Itália no que respeita a contadores de energia eléctrica, as poupanças em medições no local representaram apenas 10% de toda a poupança alcançada com a implantação do sistema de telemetria. (ENEL, 2007) Será portanto, na experiência da ENEL, mais vantajoso optar por sistemas AMM em vez de AMR.

Outro sistema, designado por AMM+MU (*Automatic Meter Management* + *Multi-utility*). Este sistema permite que o sistema principal de telemetria receba dados de outros contadores, a exemplo do proposto pela ERSE onde a informação proveniente dos contadores de gás e água eram enviadas para o sistema de telemetria associado ao contador de electricidade. (ERSE, 2007)

Eventualmente, a maior dificuldade na implementação deste sistema conjunto será o entendimento entre as entidades que actuam nos três sectores e a definição da propriedade do sistema integrado. (Janz, 2007)

Uma forma alternativa passaria pela utilização da mesma rede de transmissão de dados, mas utilizando cada entidade o seu sistema de gestão de dados. (Janz, 2007) É fácil no entanto perspectivar problemas técnicos na operação de tal sistema bem como a redução da economia de escala provocada pelo multiplicar de plataformas de gestão.

Em seguida, na Figura 2.3, apresentam-se as opções mais correntes para a transmissão de informação em sistemas de telecontagem.

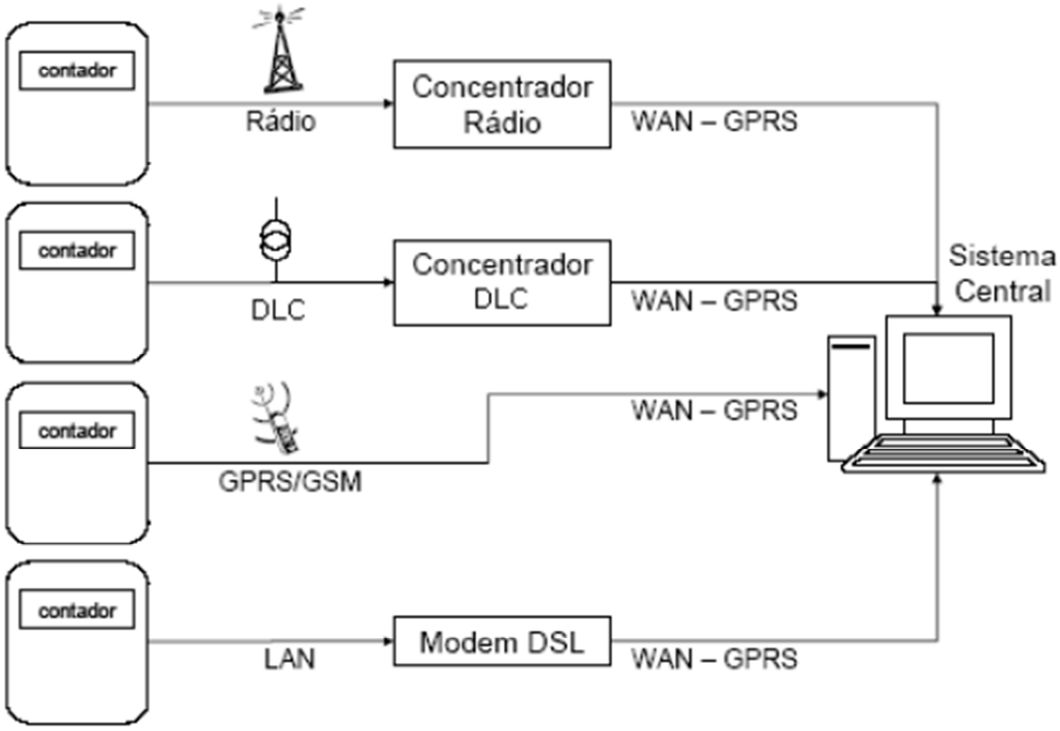


Figura 2.3: Sistemas usuais para transmissão de dados (ERSE, 2007)

2.6.1 TRANSMISSÃO AÉREA

Nos *sistemas de rádio unidireccionais* os equipamentos de medição enviam dados em intervalos de tempo pré-determinados para as centrais de rádio – concentradores - ou para equipamentos de leitura móveis onde um operador percorre uma rota e recolhe no seu concentrador portátil os valores emitidos pelos contadores.

O intervalo de tempo entre o envio dos dados tem de ser de poucos segundos caso contrário torna-se inviável em termos de tempo e custo a recepção do sinal por esta forma.

É assim necessário prever maiores baterias para suportar o constante envio dos dados. Uma solução passa pela redução da potência do sinal, o que obriga a que as leituras tenham de ser feitas a pequena distância do contador ou pelo menos impedindo que a recepção dos dados seja feita através de um automóvel em andamento, fazendo com que a recepção das leituras fique mais demorada. Comercialmente, e tendo em conta o atrás exposto, estes sistemas costumam ter um alcance máximo de 60 metros e devem ser colocados no exterior ou, se no interior, junto da periferia dos edifícios. Têm como vantagem apresentarem um custo reduzido em relação aos restantes sistemas.

Estes sistemas são designados usualmente por sistemas *Drive-By*. Se os sistemas obrigarem à passagem de maior proximidade aos contadores, obrigando eventualmente à entrada dentro dos edifícios, os sistemas designam-se por *Pass-By*. Note-se contudo que a experiência mostre que em sistemas do tipo *Drive-By* revela-se por vezes necessário entrar dentro de alguns edifícios.

A opção pela colocação de um concentrador predial que reúna a informação dos vários contadores tem várias vantagens. Permite um registo físico da informação e, por ser colocado usualmente junto da entrada do edifício, tem maior facilidade de transmissão do sinal. É contudo um sistema mais caro e que faz mais sentido quando colocado em sistemas bidireccionais, conforme descrito seguidamente.

São aplicados usualmente em contadores próximos da via pública e em edifícios existentes quando não é exequível a colocação de cabos novos.

Outra forma, menos usual, porque mais onerosa, é a colocação de concentradores ou dataloggers com função de envio de informação por GSM/GPRS. Funcionam recolhendo as informações de rádio dos vários emissores das imediações, fazendo depois o envio da informação concentrada via GSM/GPRS para uma central. O sistema de telemetria do Bairro de Aldoar recorre a concentradores que depois enviam a informação por GSM para uma central. Note-se contudo que no Bairro a telecontagem, feita a partir dos mesmos contadores, é feita via rádio para receptores portáteis.

O envio de informação por satélite, redes GSM/GPRS, é utilizado quando é necessário vencer uma grande distância entre o emissor do sinal e a central receptora e quando não há entre elas uma infra-estrutura que permita fazer a ligação por cabo.

Nos *sistemas de rádio bidireccionais*, um aparelho receptor emite um impulso para os contadores/concentradores no local pedindo uma resposta. Estes, que se encontram em estado de energia mínima, ligam-se ao receber o sinal e enviam uma resposta ao pedido por via aérea. Mais recentemente os sistemas de rádio bidireccionais são aplicados em sistemas com concentradores.

Têm como vantagens, em relação os unidireccionais, o facto de poderem receber instruções, como por exemplo a parameterização de dados do contador e o eventual fecho de válvulas. Esta última funcionalidade está ainda em estudo no que aos contadores de água diz respeito, não estando esta função ainda comercialmente disponível. Usam de pilhas de menor dimensão já que permanecem na maioria do tempo em modo hibernado com consumo residual de energia eléctrica e permitem leituras a menores distâncias.

As parameterizações mais comuns passam pela indicação de alarmes: fuga de água, desconexão, violação magnética. Note-se contudo que quando ocorrem situações de desconexão do receptor, contínua a ser necessário a intervenção física do contador na recolocação em funcionamento, dado ser necessário registar no dispositivo o volume de água que durante o período de desconexão foi consumido e não registado.

A comunicação bidireccional prevê o uso de chaves de encriptação e de comunicação de hora na comunicação entre dispositivos, precavendo a fraude através de repetição de mensagens antigas. (Evjen, 2008)

2.6.2 SISTEMAS POR CABO

Estes sistemas têm a vantagem imediata de permitiram uma transmissão de dados muito mais fiável, não ocorrendo os problemas de perda deterioração da informação na transmissão do sinal entre o emissor e o receptor.

A transmissão da informação pode ser feita através da rede de fibra óptica, através da rede telefónica, da rede eléctrica, ou por sistemas do tipo M-Bus, desenvolvido especificamente para os sistemas de telemetria.

As três primeiras opções, não obrigando a custos de instalação de rede, obrigam no entanto ao aluguer das redes aos respectivos operadores.

Na comunicação através da rede eléctrica em banda estreita, denominada PLC (Power Line Comunication), existem ainda algumas dificuldades a vencer ao nível da velocidade, tempo de

resposta e fiabilidade em redes de maior complexidade. Prevê-se que a largura de banda em PLC continue a aumentar, mantendo-se esta uma opção válida principalmente em zonas urbanas e para distâncias pequenas. (ERSE, 2007)

Os sistemas por cabo são usados quando é necessário muito rigor nos valores enviados. Acontece quando para além de valores de consumos, são também enviadas informações sobre a qualidade química ou estado físico da água.

2.6.3 LEITURA POR INDUÇÃO

Neste sistema, a leitura é feita através da ligação física entre o aparelho receptor e o indutor de sinal, que pode ser colocado no exterior do edifício.

Difere do sistema usual de leituras individuais apenas na forma de armazenamento da informação que fica disponível no aparelho receptor. Obriga portanto a custos superiores na recolha das leituras e tem custos de instalação superiores ao dos sistemas rádio. É portanto um sistema com pouca aplicação comercial.

3
CONTADORES DE ÁGUA

3.1 ENQUADRAMENTO LEGAL

Em vigor desde Outubro de 2006, a nova Directiva MID foi transposta para Portugal através do Decreto-Lei n.º 192/2006, de 26 de Setembro.

Em harmonia com a nova Directiva, foi publicada na Europa a norma EN 14154 e no universo extra europeu a ISO 4064:2005. A transposição para Portugal foi feita através da NP EN 14154:2008. Em Portugal publica-se também a Portaria n.º 21/2007, de 5 de Janeiro, que estabelece a regulamentação a aplicar aos "*contadores de água limpa, fria ou quente, para uso doméstico, comercial ou da indústria ligeira* ".

Esta legislação, e correspondente quadro normativo, vem revogar a anterior Directiva 75/33/CEE e a Norma Portuguesa NP 2468 que fazia a transposição da referida directiva comunitária. Deixa de ser aplicável a ISO 4064:1993. Em Portugal são revogados o Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de Setembro, o Decreto-Lei n.º 383/93, de 18 de Novembro e a Portaria n.º 331/87, de 23 de Abril em tudo o que a contadores de água diz respeito. Dado a Directiva 2004/22/CE apenas se aplicar a 10 instrumentos de medida, todos os equipamentos de medição não contemplados pelo Decreto-Lei n.º 192/2006 continuam a ser regulados pelos decretos-lei acima referidos.

É no entanto feita uma derrogação na Directiva 2004/22/CE, derrogação essa também presente no Decreto-Lei n.º 192/2006, que prevê que os instrumentos que tenham Aprovação de Modelo concedida ao abrigo da anterior legislação podem continuar a ser fabricados, comercializados e instalados até ao final da validade da respectiva aprovação de modelo. No limite, esta derrogação permite que instrumentos aprovados no anterior quadro jurídico possam ser fabricados e instalados até 2016. Sendo assim, no período em que nos encontramos coexistirão contadores aprovados à luz de diferentes normativas.

Ressalve-se ainda que o controlo metrológico dos equipamentos, independentemente do decreto-lei a que a sua certificação tenha sido atendida, é regido pelo previsto na Portaria n.º 21/2007.

Os prazos previstos para a Verificação Periódica dos contadores passam também a ser regulados exclusivamente pela Portaria n.º 21/2007. Criou-se aqui um imbróglio, uma vez que a nova portaria identifica os contadores tendo por base o seu caudal permanente (Q3) enquanto a anterior portaria identifica pelo caudal nominal (Qn), sendo o caudal permanente uma terminologia não presente na portaria revogada.

Para melhor interpretar a coexistência das duas terminologias, é publicada a Norma Portuguesa NP 2938:2008 que estabelece as equivalências entre os dois regimes legislativos.

Todo este preâmbulo normativo reveste-se de importância para a entidade gestora dado que a implementação de um sistema de telecontagem implica a substituição do parque de contadores. Por outro lado, os principais fabricantes e distribuidores apresentam os produtos classificados de acordo com o anterior quadro normativo.

De acordo com a norma a NP EN 14154-1:2008, que deriva da Norma Europeia EN 14154-1:2005, um contador de água é definido como sendo um "*Instrumento concebido para medir de forma contínua, registar e indicar o volume de água que passa através dele, nas condições normais de funcionamento*". Esta norma define essencialmente dimensões, materiais e características a respeitar, quer ao nível desempenho interno quer ao nível de apresentação externo da informação.

Acrescenta ainda que "*um contador inclui, pelo menos, o transdutor da medição, o calculador e um dispositivo indicador. Estes três dispositivos podem estar em alojamentos diferentes*". Os contadores comuns de uso doméstico, abaixo discriminados, incorporam estes dispositivos dentro de um mesmo corpo. A natureza do mecanismo de medição interessa na precisão da contagem e no tempo de vida útil do contador. O dispositivo indicador, usualmente o emissor de impulsos rádio, interessa na interligação ao sistema de telemetria.

Revela-se importante a explanação das metodologias de identificação e classificação dos contadores de acordo com ambos os quadros normativos. Apresenta-se em baixo as duas metodologias.

a) Anterior Legislação (mas ainda em vigor) - Directiva 75/33/CEE e NP 2468:1997

Eram definidas uma série de caudais característicos que serviam para classificar os contadores:

Caudal de arranque [Qs] - menor caudal ao qual o dispositivo medidor entra e permanece em funcionamento contínuo.

Caudal mínimo [Qmin] - menor caudal ao qual o contador não deve exceder os erros máximos admissíveis, ± 5%.

Caudal de transição [Qt] - caudal ao qual os erros máximos admissíveis do contador mudam de valor. De ± 5% para ± 2%, para água até 30 ºC, ou ± 3%, para água a temperatura superior a 30 ºC.

Caudal nominal [Qn] - caudal correspondente a metade do valor de Qmax. Serve para designar o Contador.

Caudal máximo [Qmax] - mais elevado caudal para o qual o contador deve funcionar sem deterioração, durante períodos de tempo limitados, não excedendo os erros máximos admissíveis.

A *gama de medição* é o intervalo entre o caudal mínimo e o caudal máximo. Este intervalo está dividido em duas zonas de erro máximo admissível – zona baixa, ± 5%, e zona alta, ± 2% – cuja separação corresponde ao caudal de transição.

Os contadores eram agrupados em 3 classes de exactidão, A, B e C. A NP 2468:1997 acrescenta uma classe extra, D, com exactidão superior às anteriores. Os valores nominais em que os contadores se deveriam enquadrar são os expostos na Tabela 3.1, de seguida representada.

Tabela 3.1: Classes de exactidão de contadores.

Classes	Contadores de Qn	
	< 15 m^3/h	≥ 15 m^3/h
Classe A		
Valor de Qmin	0,04 Qn	0,08 Qn
Valor de Qt	0,10 Qn	030 Qn
Classe B		
Valor de Qmin	0,02 Qn	0,03 Qn
Valor de Qt	0,08 Qn	0,20 Qn
Classe C		
Valor de Qmin	0,01 Qn	0,006 Qn
Valor de Qt	0,015 Qn	0,015 Qn
Classe D		
Valor de Qmin	0,0075 Qn	-
Valor de Qt	0,0115 Qn	-

De seguida, na Figura 3.1, Figura 3.2 e Figura 3.3, apresentam-se as classes de exactidão a respeitar no caso de um contador de Qn inferior a 1,5 m^3/h – DN15.

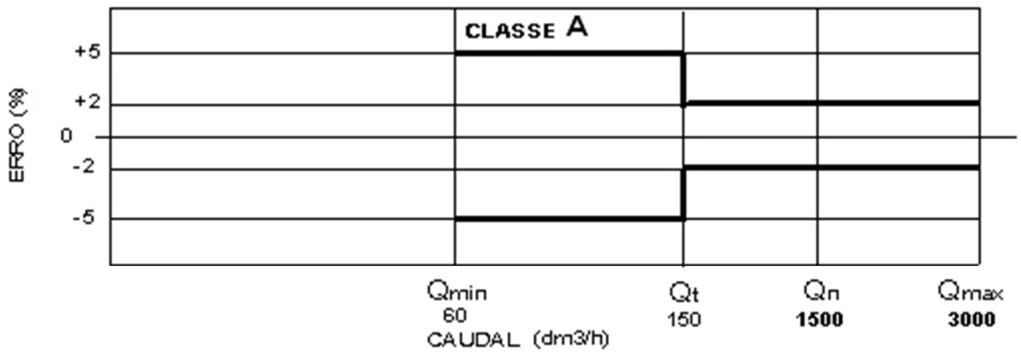


Figura 3.1: Classe de exactidão A em contadores com Qn=1.5m^3/h (Janz.pt, 2010)

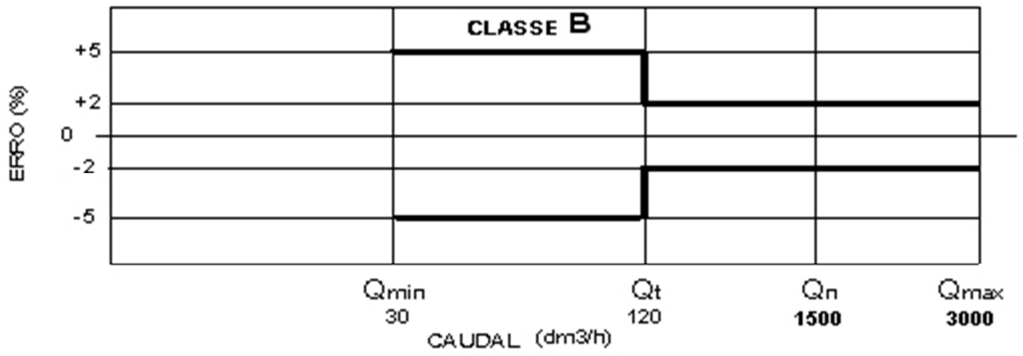


Figura 3.2: Classe de exactidão B em contadores com Qn=1.5m^3/h (Janz.pt, 2010)

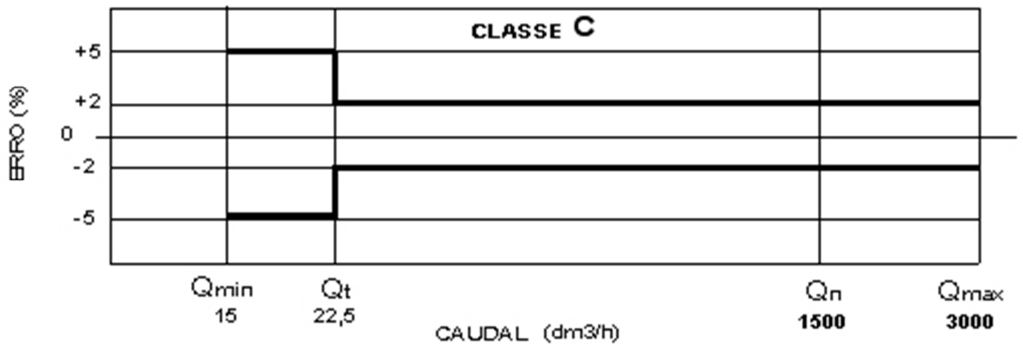


Figura 3.3: Classe de exactidão C em contadores com Qn=1.5m^3/h (Janz.pt, 2010)

Define-se *curva de erros* como a curva que une o valor do erro em vários caudais distintos. Na Figura 3.4, em baixo, apresenta-se, como exemplo, uma curva de erros de um contador Classe C com Qn de 1,5 m^3/h – DN15.

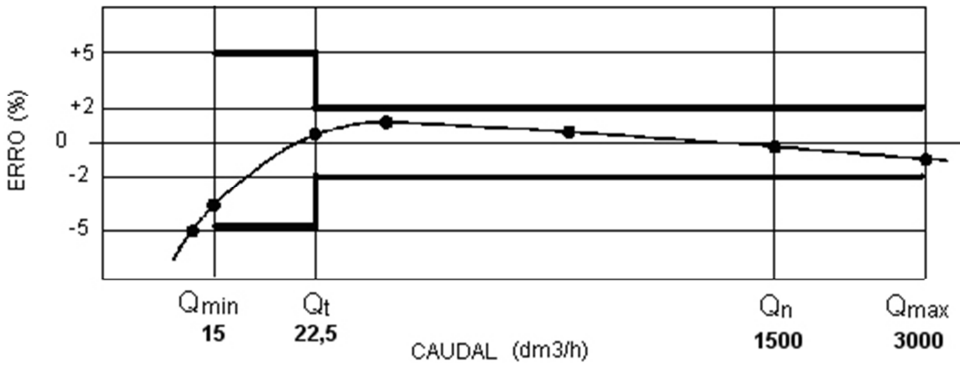


Figura 3.4: Curva de erros para contador de classe C e Qn = 1,5 m^3/h (Janz.pt, 2010)

Refira-se que que os contadores actualmente instalados pela Águas do Porto estão todos em confomridade com a MID.

b) Nova Legislação; Directiva 2004/22/CE e NP EN 14154-1:2008

Eram definidas uma série de caudais característicos que serviam para classificar os contadores:

Caudal de arranque - menor caudal ao qual o dispositivo medidor entra e permanece em funcionamento contínuo.

Caudal mínimo [Q1] - menor caudal ao qual o contador não deve exceder os erros máximos admissíveis, ± 5%.

Caudal de transição [Q2] - caudal ao qual os erros máximos admissíveis do contador mudam de valor. De ± 5% para ± 2%, para água até 30 ºC, ou ± 3%, para água a temperatura superior a 30 ºC.

Caudal permanente [Q3] - caudal correspondente a 75% do valor de Q4. Serve para designar o Contador.

Caudal de sobrecarga [Q4] - mais elevado caudal para o qual o contador deve funcionar sem deterioração, durante períodos de tempo limitados, não excedendo os erros máximos admissíveis.

Não havendo agora a definição de classes metrológicas, aparece o conceito de *Intervalo de medição,* definido como a amplitude de funcionamento de um contador, entre Q1 e Q3.

A relação entre os diversos caudais é agora a seguinte:

Q2 / Q1 = 1,6

Q4 / Q3 = 1,25

Q3 / Q1 = R

O intervalo de funcionamento é definido pela relação R = Q3 / Q1. O valor de R é um valor discreto que deverá ser escolhido de entre os seguintes valores:

Tabela 3.2: Valores admissíveis para o valor R.

10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800

De seguida, Tabela 3.3 e Tabela 3.4, breve comparação entre os vários parâmetros consoante a norma aplicável.

Tabela 3.3: Contadores segundo a NP 2468:1997 e Directiva 75/33/CEE

Classe	C					D			
Qn	750	1000	15000	2500	3500	1000	1500	2500	3500
Qmax	1500	2000	3000	5000	7000	2000	3000	5000	7000
Qt	11,3	15,0	22,5	37,5	52,5	11,50	17,25	28,75	40,25
Qmin	7,5	10,0	15,0	25,0	35,0	7,50	11,25	18,75	26,25

Tabela 3.4: Contadores segundo a NP EN 14154:2008 e Directiva 2004/22/CE

R	200	200	200	250	250	400	400	630	630
Q3	1600	2500	4000	1600	2500	1600	2500	1600	2500
Q4	2000	3125	5000	2000	3125	2000	3125	2000	3125
Q2	12,80	20,00	32,00	10,24	16,00	6,40	10,00	4,06	6,35
Q1	8,00	12,50	20,00	6,40	10,00	4,00	6,25	2,54	3,97

Como conclusão, pode-se dizer que a nova norma vem dar maior importância ao conceito de gama de medição, obrigando os contadores a ter amplitudes de medição, com erro controlado, mais amplas. Lamenta-se a não referência ao caudal de arranque nas duas normas. Sendo habitualmente um valor fornecido pelos fabricantes, ele é apenas regulamentado para a classe D da norma NP 2468:1997.

3.2 COMPONENTES DO CONTADOR

Não se pretende neste ponto a apresentação de listagem exaustiva de tipos ou modelos de contadores de água, nem a descrição do seu funcionamento ou constituição interna. Apenas uma breve apresentação com as vantagens e inconvenientes dos contadores cujo espectro de medição de caudais tenha aplicabilidade ao uso doméstico.

Contadores do tipo electromagnético, ultrasónico ou mássico, apesar da sua alta precisão, não serão abordados devido ao seu elevado custo de instalação.

De uma forma geral, os contadores a aplicar para uso doméstico deverão ter a sua amplitude óptima de medição dentro da gama de caudais espectáveis, as suas dimensões devem ser reduzidas de forma a serem facilmente acomodados dentro dos nichos de contadores existentes e o seu custo de aquisição e manutenção deve ser reduzido.

Um visor de cristais líquidos (LCD) permite a visualização das diversas funções do contador e ainda da data e hora. Sendo o visor a interface entre o sistema e o utilizador, deve manter as suas propriedades físicas e funcionais até ao fim da vida útil do contador. O visor é, aliás, um dos elementos críticos na definição do tempo de vida útil do contador. O visor representa também uma parte significativa do custo global do equipamento de contagem. (ERSE, 2007)

Adicionalmente deve ser prevista a colocação de um filtro de partículas a montante do contador de modo a aumentar a sua vida útil. Existem no mercado contadores que já incorporam um filtro interno pelo que a sua presença dentro do contador deve ser atendida.

Segue-se descrição dos mecanismos mais comuns de medição, referindo-se as principais particularidades e as vantagens e inconvenientes de cada um:

3.2.1 CONTADORES DE DIFERENCIAL DE PRESSÃO

Muito usados internacionalmente, têm como princípio básico de funcionamento a premissa de que a queda de pressão através do medidor é proporcional ao quadrado da vazão. A vazão e obtida através da medição da pressão diferencial.

A norma de referência internacional para estes contadores é a ISO 5167 *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full*.

São compostos por dois elementos, um principal causador de uma mudança na energia cinética que cria o diferencial de pressão, e um secundário que mede o diferencial de pressão e fornece o sinal ou leitura que é convertida no valor de fluxo real.

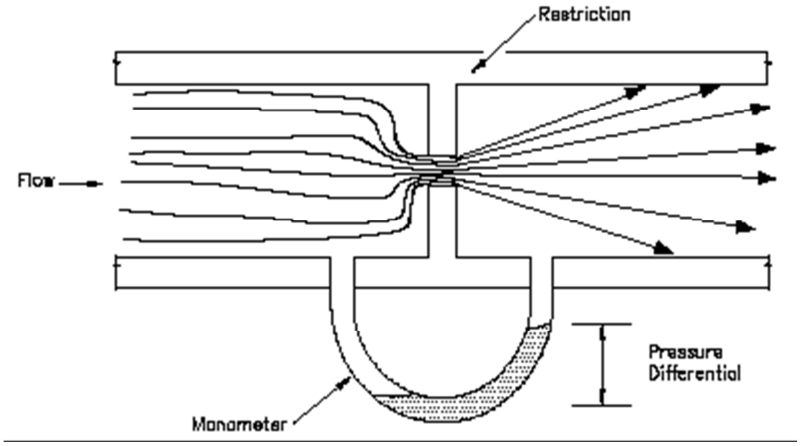


Figura 3.5: Medição de diferencial de pressão (wordpress.com, 2010)

A perda de pressão é provocada por orifícios do tipo concêntrico, cónico, em segmentos ou por tubos de fluxo, alguns do tipo venturi. Usam-se também cotovelos sendo a pressão medida através da energia centrífuga provocada. O facto de estarem em constante contacto com a água e serem sujeitos a desgaste e/ou incrustações são o seu maior defeito.

Modelos recentes com orifícios cónicos e tubos de venturi permitem reduzir as reduzir eficazmente as perdas de pressão nestes contadores.

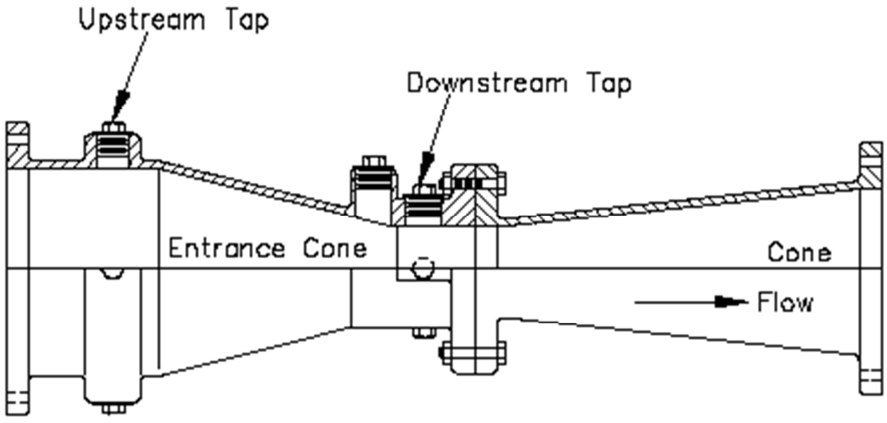


Figura 3.6: Medição através de tubo de venturi (wordpress.com, 2010)

3.2.2 CONTADORES VOLUMÉTRICOS

O funcionamento consiste em separar o fluxo preenchendo pequenos êmbolos com volumes conhecidos que executam movimento circular em torno do próprio eixo. A medição passa pela contagem dos volumes de água que atravessam o contador.

A norma de referência internacional para estes contadores é a ISO 4064 *Measurement of water flow in closed conduits - Meter for cold portable water - Part I, II e III.*

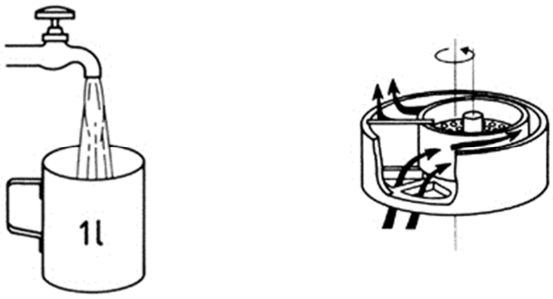


Figura 3.7: Esquema de funcionamento de contador volumétrico (janz.pt, 2010)

O mecanismo de medição pode ser mecânico ou magnético. Um exemplo deste funcionamento é o apresentado na Figura 3.8 onde o pistão interior roda unicamente por acção da força magnética do pistão interior. Assim evita-se a corrosão do mecanismo interior de medição aumentando-se a vida útil dos contadores.

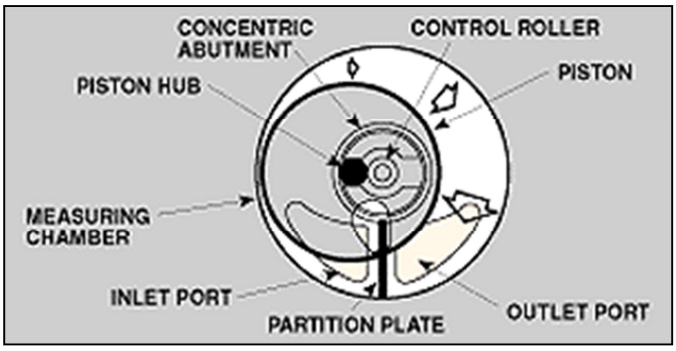


Figura 3.8: Principais constituintes de um contador volumétrico (omega.com, 2010)

As principais vantagens destes contadores são o seu baixo custo e a capacidade de medir caudais muito baixos.

Como desvantagem têm uma série de peças e mecanismos em contacto com a água, que ao originar folgas entre as partes mecânicas, permite a passagem de água não facturada. Têm portanto uma vida útil reduzida.

3.2.3 CONTADORES VELOCIMÉTRICOS

Este contadores medem o caudal em cada instante. A amplitude de funcionamento é superior aos contadores que medem diferenças de pressão dado que a relação entre a característica medida e o volume é linear nos contadores velocimétricos e quadrática nos anteriores.

A norma de referência internacional para estes contadores é também a ISO 4064 *Measurement of water flow in closed conduits - Meter for cold portable water - Part I, II e III.*

Os contadores mais comuns são de turbina, podendo ser do tipo monojacto ou multijacto. Em baixo, Figura 3.9 e Figura 3.10, apresentam-se esquemas de cada um deles. Os primeiros são mais baratos mas apresentam uma longevidade inferior.

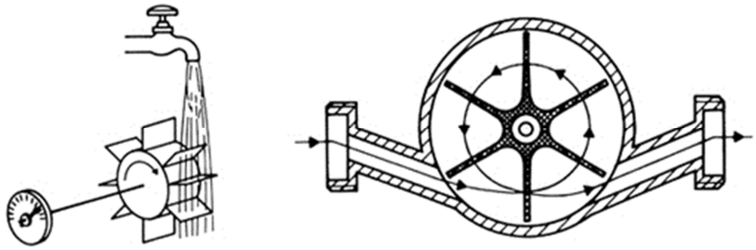


Figura 3.9: Esquema de funcionamento de contador velocimétrico do tipo monojacto (janz.pt, 2010)

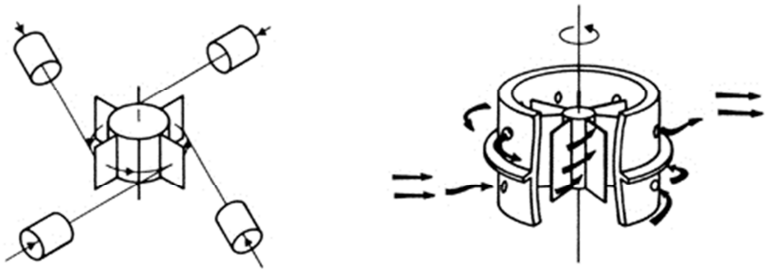


Figura 3.10: esquema de funcionamento de contador velocimétrico do tipo multijacto (janz.pt, 2010)

De forma análoga aos contadores volumétricos, existem processos onde a medição das rotações é feita por meios indirectos não havendo comunicação directa da água com o mecanismo de medição. Na Figura 3.11, em baixo, exemplifica-se um caso em que o rotor é magnetizado e ao passar no receptor magnético em cima criar um impulso. A diferença de tempo entre pulsares consecutivos permite calcular a velocidade e por conseguinte o caudal.

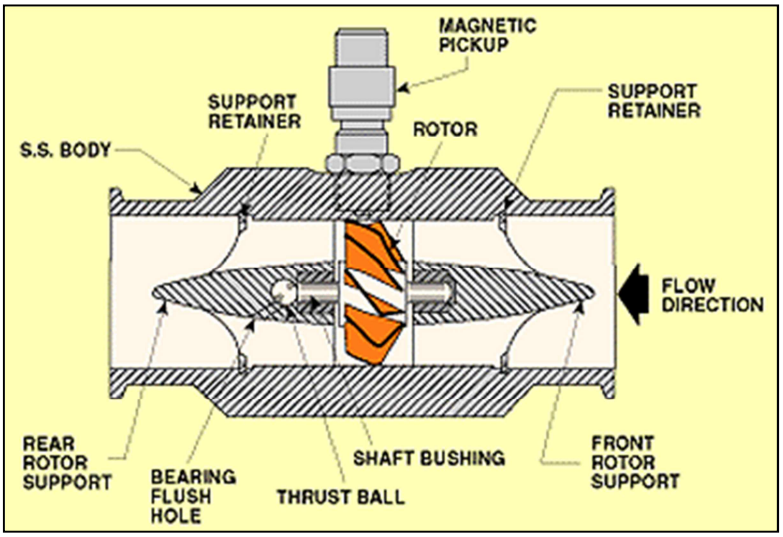


Figura 3.11: Principais constituintes de um contador velocimétrico (omega.com, 2010)

A medição pode também ser feita em alternativa por célula fotoeléctrica ou por dentes mecânicos.

Têm como desvantagem apresentarem problemas de abrasão que podem levar á rotura do mecanismo. Obrigam ainda a maiores cuidados na instalação, designadamente a posição e distância de curvas e trechos rectos a montante, já que são sensíveis ao perfil de velocidades dentro do tubo. Para caudais muito baixos o erro é muito elevado, acontecendo inclusivamente a passagem de água sem medição.

Como vantagens apresentam baixo custo de aquisição, usualmente 30% menos, produzirem menores perdas de carga e funcionarem com erro reduzido para caudais superiores aos de dimensionamento do dispositivo.

3.3 ERROS EM CONTADORES

Todos os valores de erro máximo previstos nestas normas referem-se apenas às respectivas gamas de medição também previstas pelas normas. Na pesquisa elaborada por Arregui *et al* (2005) pode-se observar o erro que ocorre quando os contadores são atravessados por caudais fora dos limites previstos para os contadores, Figura 3.12.

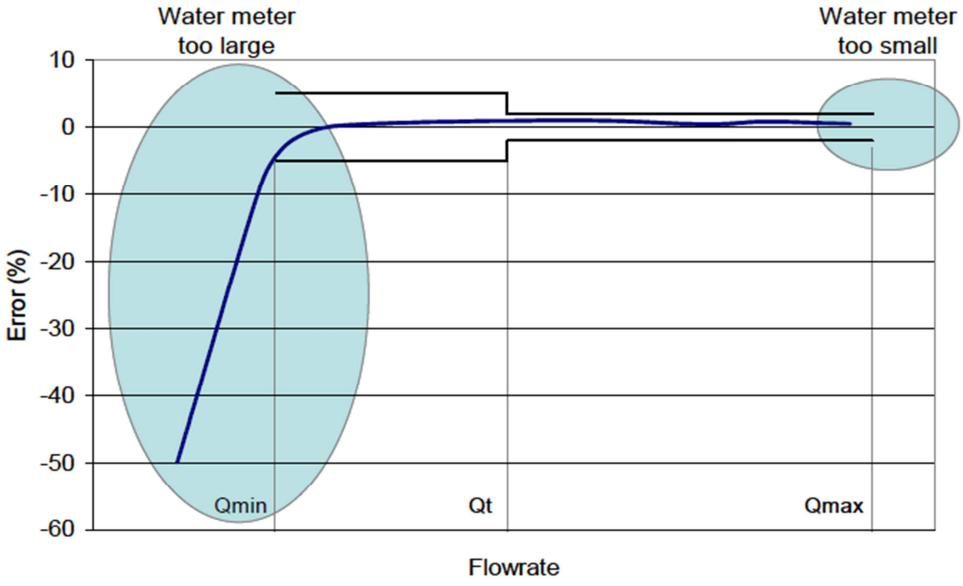


Figura 3.12: Erros em contadores para caudais fora dos limites de medição (Arregui *et al*, 2005)

A importância dos caudais mínimos é especialmente relevante quando há fugas de água dentro das habitações. Uma torneira a pingar representa um caudal de 2 a 3 litros por hora e um autoclismo que não veda pode perder cerca de 4 litros por hora. (janz.pt, 2010) De seguida, na tabela 3.5, resultados obtidos por Oliveira (2002), relacionando a frequência do gotejamento com o caudal passado.

Tabela 3.5: Caudal perdido em perdas por gotejamento (Oliveira, 2002)

Vazamento	Frequência (gotas/min)	Perda diária (L/dia)
Gotejamento lento	Até 40 gotas/min	6 a 10
Gotejamento médio	40 < n.º gotas/min ≤ 80	10 a 20
Gotejamento rápido	80 < n.º gotas/min ≤ 120	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	>32
Fio água ≈ 2 mm	-	>114
Fio água ≈ 4 mm	-	>333

Note-se que considerando um caudal constante de 5 litros por hora chega-se a um volume de perdas diário de 120 litros e a um volume mensal de 3,6 m^3, o que representa o caudal médio gasto por uma pessoa. É portanto de extrema importância a consideração do caudal mínimo do contador (bem como o caudal de arranque) de forma a minimizar a água não facturada ou subfacturada devido a perdas dentro das habitações.

Por outro lado, mesmo considerando que os contadores são construídos para funcionarem sob condições adversas durante vários anos, o desgaste dos contadores, provocado pela fadiga dos materiais e por incrustações dentro do contador, faz diminuir a precisão dos mesmos. O erro em contadores cresce portanto com o decorrer da vida do contador.

Bowen *et al* (1991) referia no seu trabalho que os contadores volumétricos estão sempre predispostos à submedição de água. Arregui *et al* (2005) concluiu que nos contadores velocimétricos nem sempre o erro conduz à submedição. Em baixo apresentam-se os gráficos relativos a dois contadores de classe C com caudal nominal 1,5 m^3/h. Estes gráficos, Figura 3.13 e Figura 3.14, apresentam os resultados de testes de fadiga consistindo na passagem de um total de 1500 m^3 em fluxo intermitente de 2250 l/h por períodos de 15 segundos.

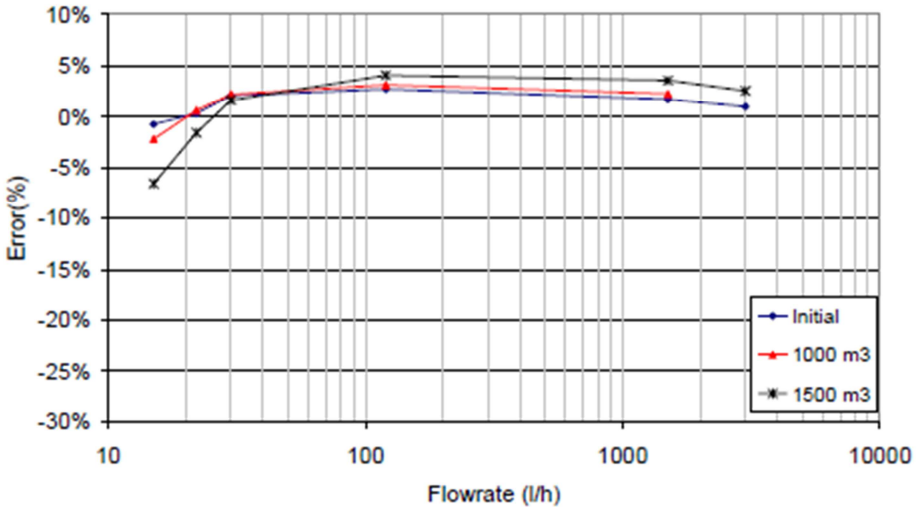


Figura 3.13: Curvas de erro em contador classe C, caudal nominal 1,5 m^3/h sujeito a teste de fadiga (Arregui *et al*, 2005)

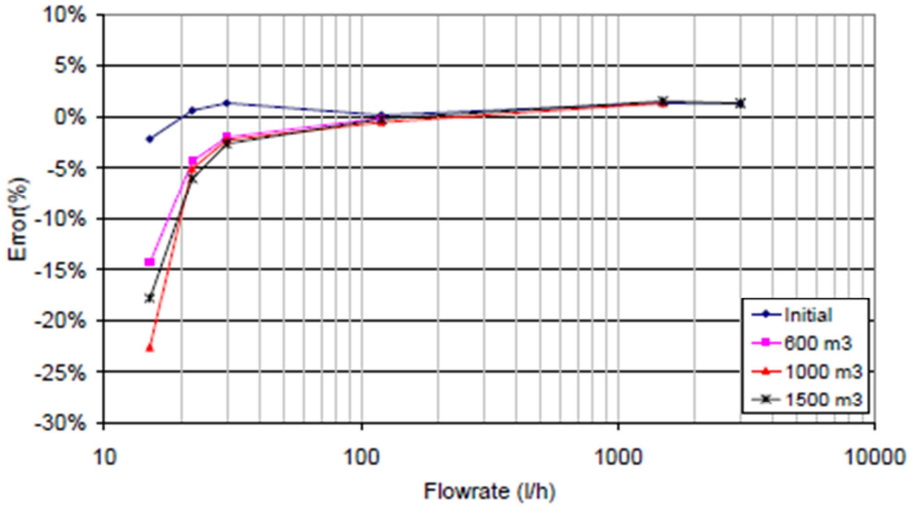


Figura 3.14: Curvas de erro em contador classe C, caudal nominal 1,5 m^3/h sujeito a teste de fadiga (Arregui *et al*, 2005)

Dos gráficos pode-se observar que as curvas de erro variam com o tempo, principalmente para as gamas de pequenos caudais, onde usualmente ocorrem submedições. Nas gamas de caudal mais elevadas os erros de medição costumam ser superiores.

Outro problema prende-se com as incrustações dentro dos contadores e que afectam os mecanismos de medição. Estas incrustações podem, no limite, fazer parar as partes móveis do contador.



Figura 3.15: Exemplos de incrustações em contadores de água (Arregui *et al*, 2005)

No gráfico seguinte, Figura 3.16, retirado de Taborda (1997) apresenta-se a variação média dos erros de medição dos contadores em função dos caudais de ensaio, por anos de colocação do contador no mesmo local.

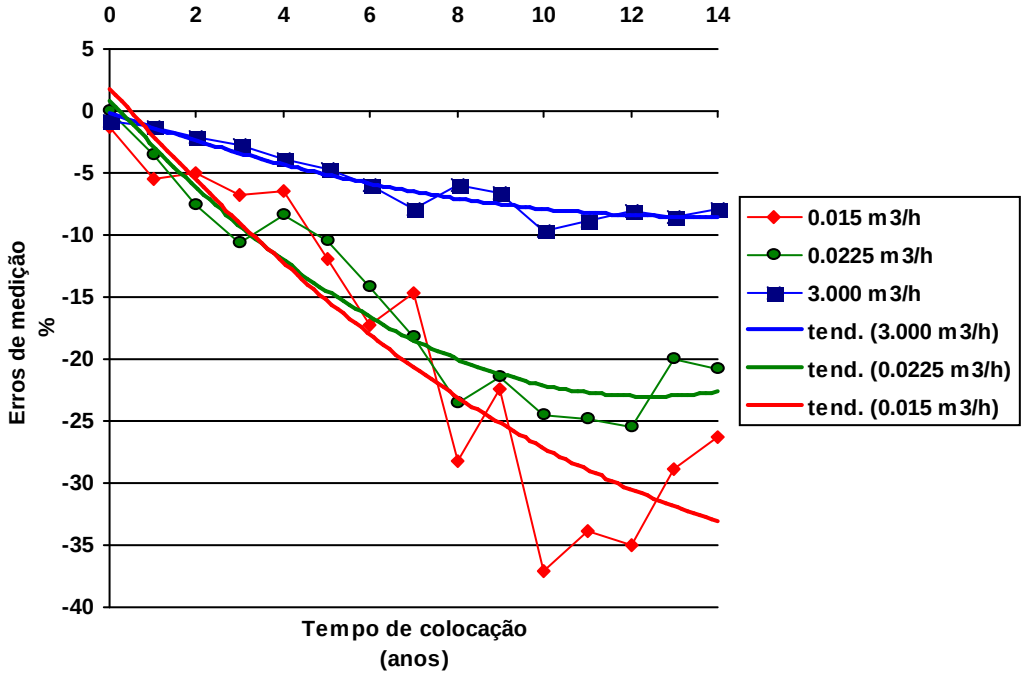


Figura 3.16: Erro em contadores por tempo em funcionamento (Taborda, 1997)

Note-se o aumento dos erros de medição dos contadores. Ao fim de 10 anos, os contadores domésticos, a vermelho, podem apresentar erros de medição em subfacturação na ordem dos 28%. Infere-se daqui a necessidade de monitorizar a qualidade da água no que aos sólidos em suspensão e níveis de calcário diz respeito e, se necessário, colocar filtros nos contadores para aumentar a vida útil dos mesmos.

3.4 SELECÇÃO DE CONTADORES

Conclui-se facilmente que a maior precisão possibilita uma cobrança mais rigorosa da água efectivamente consumida por cada consumidor, independentemente do caudal ou volume total consumido.

Por outro lado permite facturar pequenas fugas de água tipo gotejamento que, dado os seus caudais reduzidos, só os contadores de maior precisão conseguem atender. Esta capacidade é medida através do denominado caudal de arranque do contador.

Acrescente-se a telemetria pode auxiliar na selecção de contadores para os diversos tipos de consumidores. Colocando um sistema de telemetria com medição ao segundo, é possível saber qual a gama de caudais utilizada e quais a frequências em que ocorrem os diversos caudais de consumo. (Arregui *et al*, 2005)

De seguida, Figura 3.17, exemplo da aplicação desta metodologia de selecção de contadores.

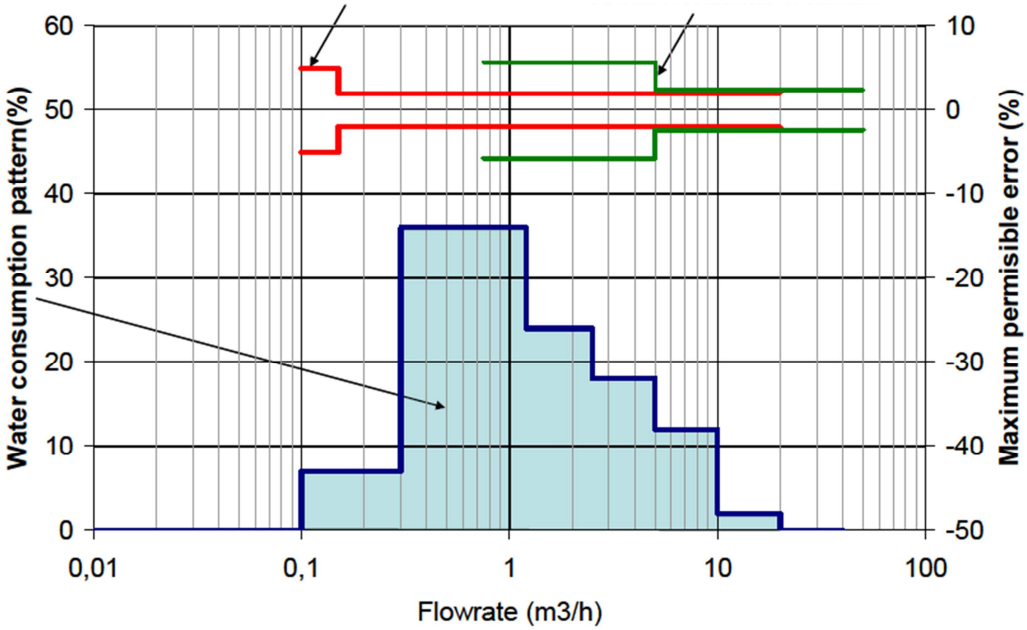


Figura 3.17: Escolha de contador em função do padrão de consumo (Arregui *et al*, 2005)

Observa-se no gráfico a distribuição de consumos e o perfil de erros de dois contadores diferentes. A escolha, nesta situação hipotética, teria de recair no contador com o perfil a vermelho, dado que aproximadamente 50% da água é escoada a um caudal fora da curva de erro a verde.

Esta metodologia só é no entanto financeiramente rentável para grandes consumidores. Os contadores comercialmente disponíveis foram já projectados para ter em conta os padrões de consumo doméstico comuns.

Relativamente à natureza de funcionamento dos contadores, a opção corrente em Portugal por contadores do tipo volumétrico e velocimétrico parece a mais acertada. Ambos os sistemas são comercializados a preços competitivos na classe de precisão C, existem em quantidade no mercado e podem ser fornecidos por uma série de fabricantes distintos. Têm a vantagem em relação aos de medição de diferença de pressão de apresentarem menores perdas de carga no contador e de terem um espectro de funcionamento superior.

Note-se contudo que estes são susceptíveis a fácil adulteração através da colocação de um íman junto do contador e que bloqueia o funcionamento do mecanismo interno de contagem. Sendo economicamente inviável a colocação de um escudo magnético nos contadores, esta sua desvantagem deve ser atendida aquando da sua colocação em zonas habitacionais onde seja previsível alta probabilidade de tentativa de adulterações dos contadores. Esta desvantagem é anulada através da implementação de sistemas de telemetria que verifiquem e registem a existência de campos magnéticos anómalos.

A opção por contadores com mecanismo de medição magnético em detrimento dos clássicos mecanismos puramente mecânicos apresenta-se, pelo ganho de vida útil, como a opção a tomar na escolha de contadores.

Mesmo para medição de caudais totalizados em zonas edificadas, caso do contador totalizador colocado no Bairro de Aldoar, a utilização de aparelhos de maior precisão não se mostra necessária

pois a existência ou não de fugas e perdas na rede pública fazem-se facilmente notar nos comuns contadores volumétricos ou velocimétricos.

Existem outras soluções tecnológicas para os contadores, casos da medição por ultra-sons ou por campos electromagnéticos, e outras alternativas técnicas, caso dos contadores compostos vários mecanismos de medição, onde cada mecanismo responde por uma gama de caudais específica. Não são contudo, actualmente, soluções comercialmente atractivas por se revelarem opções demasiado dispendiosas, não oferecendo vantagem significativa na medição, e por conseguinte na facturação, para a gama de caudais e de erros dos contadores tradicionais.

4
PERDAS

No que refere às Entidades Gestoras dos sistemas de distribuição de água, a redução do volume de perdas é um dos principais objectivos em praticamente todas as empresas do sector, independentemente da sua dimensão, natureza organizacional ou local de implantação. (Martins, 2007)

As perdas produzem impactos negativos de diversas naturezas. Prejudicam o meio ambiente no sentido de obrigarem a um maior consumo de água. Prejudicam as entidades gestoras no sentido de obrigar a investimentos em novas instalações de produção e distribuição de água, assim como imputam maiores custos operacionais no tratamento de água. As perdas significam ainda água não factura para a entidade gestora. (Miranda, 2002)

Conclui-se portanto que para além das valias ambiental, social e de saúde pública, o controlo de perdas permite ainda ganhos económicos significativos, sendo este um incentivo para a actuação das entidades gestoras nesta matéria. A definição e a implementação de uma estratégia activa de controlo de perdas é um aspecto essencial para a eficiência económica e financeira das empresas de distribuição de água. (Alegre, 2005)

Para melhor compreender o fluxo de água dentro de um sistema de distribuição recorre-se ao conceito de balanço hídrico. Fazendo a analogia ao conceito de balanço financeiro, aqui reportam-se o fluxo da água deste a entrada no sistema até à sua saída do sistema de distribuição, distinguindo os consumos licítos e ilícitos, medidos e não medidos, facturados e não facturados e os diversos tipos de perdas de água, e terminando nas parcelas respeitantes à água facturada e à não facturada. A informação é organizada numa tabela, tabela 4.1, a que é dado o nome de balanço hídrico, onde todos as parcelas estão organizadas de forma hierárquica.

Importa para este trabalho a descriminação das parcelas relativas a perdas de água. Estas são quantificadas matematicamente como a diferença entre o volume de água que entra num sistema de distribuição de água e o somatório do volumes de água consumido, independemente de ser facturado ou não. As perdas em sistemas de adução e de distribuição de água classificam-se em perdas reais e perdas aparentes.

As perdas reais englobam os volumes perdidos devido a fugas ou rupturas em condutas ou ramais e a extravasamentos de reservatórios. Os principais factores que influenciam as perdas reais estão o comprimento total de condutas, o estado das condutas e componentes, o seu material, a frequência de fugas e de roturas, a densidade e comprimento médio de ramais, a pressão de serviço média, a localização do medidor domiciliário no ramal e o tipo de solo e as condições do terreno, relevantes sobretudo no modo como se torna aparente ou não a ocorrência de roturas e fugas. (Alegre *et al*, 2005)

As perdas aparentes englobam os consumos ilícitos e os volumes associados às imprecisões dos equipamentos de medição, os contadores. Incluem-se como consumo ilícitos o consumo de água não autorizado a partir de dispositivos públicos como bocas e marcos de incêncio ou sistemas de rega. (Alegre *et al*, 2005)

Tabela 4.1: Balanço Hídrico – explicitação das parcelas de perdas de perdas de água

<table>
<tr><td rowspan="10">água entrada no sistema</td><td rowspan="5">consumo autorizado</td><td rowspan="2">consumo autorizado facturado</td><td>consumo facturado medido</td><td rowspan="2">água facturada</td></tr>
<tr><td>consumo facturado não medido</td></tr>
<tr><td rowspan="2">consumo autorizado não facturado</td><td>consumo não facturado medido</td><td rowspan="5">água não facturada (perdas comerciais)</td></tr>
<tr><td>consumo não facturado não medido</td></tr>
<tr><td rowspan="5">perdas de água</td><td rowspan="2">perdas aparentes</td><td>uso não autorizado</td></tr>
<tr><td>erros de medição</td></tr>
<tr><td rowspan="3">perdas reais

(ineficiência na utilização dos recursos hídricos)</td><td>fugas nas condutas de adução e distribuição</td></tr>
<tr><td>fugas e extravasamentos nos reservervatórios de adução e/ou distribuição</td></tr>
<tr><td>fugas nos ramais de distribuição (a montante do do ponto de medição)</td></tr>
</table>

Há também perdas e fugas de águas dentro das instalações dos particulares. Não sendo um situação que cause prejuízo directo à entidade gestora, visto que essa água é contabilizada nos contadores particulares, as fugas de água configuram uma situação de desperdício de um bem escasso cujo consumo em excesso obriga ao sobredimensionamento dos equipamentos, reservatórios e redes da entidade gestora.

O caudal mínimo de medição torna-se relevante quando ocorrem pequenas fugas na instalação doméstica, caso de juntas ou torneiras que pingam. Estes caudais, por serem muitos baixos, não são medidos nos contadores particulares quando não existe nenhum dispositivo normal de consumo em funcionamento na fracção. No entanto, estes caudais são medidos no contador totalizador. Este problema é exponenciado em instalações prediais de baixa qualidade, antigas e com pouca manutenção, caso das fracções em estudo no Bairro de Aldoar.

A detecção das fugas em redes privadas é portanto um benefício para a entidade gestora e para o cliente. A existência desta capacidade nos contadores inteligentes e a transmissão rápida da informação sobre essas fugas pelos sistemas de telecontagem, surge como uma mais-valia dos sistemas de telemetria na melhoria da relação comercial com os clientes e da poupança na instalação ou ampliação das redes e equipamentos para as entidades gestoras.

4.1 PERDAS REAIS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

As perdas nas redes de distribuição podem ocorrer devido a uma série de factores. A própria estratégia de combate às perdas depende da causa que origina as perdas. Apresenta-se, seguidamente, uma breve lista dos factores mais comuns (Alegre *et al*, 2005) (IWA, 2000)

- Tipo de solo e condições do terreno influenciam o modo como se torna aparente ou não a ocorrência de roturas e fugas;
- Estado das condutas e acessórios, material e frequência de fugas e roturas;
- Comprimento total de condutas;
- Pressão de serviço média quando o sistema está sob pressão;
- Percentagem de tempo em que o sistema está pressurizado, relevante quando o abastecimento é intermitente.
- Número e comprimento dos ramais;
- Localização do contador domiciliário no ramal de abastecimento.

As perdas de água nas redes tomam usualmente uma de três formas. (Brothers, 2003)

- Fugas não visíveis e que não afloram à superfície, de baixo caudal e não detectáveis por métodos acústicos de pesquisa. Ocorrem por longos períodos de tempo;
- Fugas não visíseis e não aflorantes, mas de caudal superior. Provocam maior perda de água do que as anteriores, mas são detectáveis por métodos acústicos. O volume perdido depende também da eficiência dos serviços de controlo de perdas das entidades gestoras.
- Fugas visíveis, que afloram à superfície. São usualmente reportados por pessoas exteriores aos serviços.

As acções para diminuir a quantidade destas perdas passam usualmente pela redução da pressão, melhoria da qualidade dos materiais e da mão de obra, pesquisa por métodos acústicos e redução do tempo de reparação. (Brothers, 2003)

Os processos mais avançados de controlo de perdas em redes de distribuição passam pela monitorização da pressão na rede de distribuição. Os dados de pressão registados podem ser utilizados em modelação matemática, tornando possível avaliar discrepâncias em diferentes locais da rede. Esses modelos podem evidenciar a presença de singularidades, tais como derivações desconhecidas e não medidas ou grandes descargas pontuais indiciadores de fugas na rede de distribuição. (Alves *et al*, 1999) De acordo com Fantozzi e Lambert (2007), o cálculo económico do níveis de perdas deve ter em especial atenção os dados provenientes dos sistemas de monitorização de pressões.

É também no entanto frequente quantificar ou estimar as fugas e perdas de água recorrendo à medição de água em determinados zonamentos. Existem dois métodos que, de forma geral, são complementares: o método dos caudais totais e o método dos caudais nocturnos. (Alegre *et al*, 2005) A complementariedade dos métodos surge da possibilidade de, na subtração entre os caudais de perdas do método dos caudais totais ao método dos caudais nocturnos, se poder estimar de forma algo

grosseira, mas útil, o caudal em perdas não reais, ou seja, aparentes, e daí tentar aferir o número de ligações ilícitas ou contadores em subfacturação existentes em determinada zona de medição.

O métodos dos caudais totais consiste na execução do balanço hídrico para uma determinada zona de medição. O método dos caudais nocturnos recorre à medição sistemática de caudais mínimos nocturnos no interior redes devidamente seccionadas. Este procedimento justifica-se porque nesses períodos do dia os consumos domésticos são residuais, quer no caso de habitações com abastecimento directo da rede, como no caso de edifícios abastecidos a partir de reservatórios privativos, sendo que apenas em ligações bem identificadas, normalmente indústrias, existem consumos significativos durante a noite.

Havendo um mapeamento de todos os consumidores nocturnos, sempre casos pontuais, pode-se, a grosso modo, quantificar as perdas físicas nas redes de distribuição, subtraindo ao caudal fornecido à rede de distribuição o caudal desses consumidores pontuais conhecidos. A identificação das zonas de fuga faz-se por seccionamentos sucessivos da rede de distribuição.

Para melhor avaliar se o caudal residual calculado representa perdas na rede ou se refere a consumos residuais domésticos, é de todo a importância poder quantificar esses consumos médios. No capítulo seguinte, na análise dos dados de telemetria, faz-se a quantificação desse caudal residual nocturno.

Excepcionalmente, caso do sistema instalado no Bairro de Aldoar, pode-se fazer um controlo por pequenos períodos de tempo comparando os consumos particulares com o caudal totalizado fornecido a esse trecho de rede. No caso do sistema instalado no Bairro de Aldoar, a periodicidade de controlo é de 1 hora.

4.2 PERDAS REAIS EM EDIFÍCIOS SEM TOTALIZADOR

Esta parcela não reproduz nenhum conceito incluído nos previstos pela IWA, sendo no entanto do conhecimento comum, tal como atrás já referido, que a localização do contador domiciliário – ou falta dele – um dos factores de perdas nas redes de distribuição. Tal como previsto no Decreto-Lei n.º 23/95 de 23 de Agosto, os contadores individuais dentro dos edifícios podem ser colocados em bateria, usualmente junto da entrada comum do edifício, ou em nichos junto da entrada de cada fracção individual.

As fugas que surjam dentro do edifício a montante dos contadores das fracções não são contabilizadas. Configuram uma situação de perdas reais em espaços privados, onde a entidade gestora não tem possibilidade de intervir, ficando com o prejuízo das mesmas.

Poder-se-á portanto instalar contadores totalizadores de forma a que seja possível imputar ao condomínio do prédio o custo dessas perdas. Caberá à entidade gestora a monitorização destas situações por comparação entre o volume totalizado e o somatório dos volumes parciais e a informação expedita ao condomínio destes prédios para que procedam à reparação das fugas detectadas.

Nas situações onde já existem contadores totalizadores, o alerta das entidades gestoras aos consumidores poderá ser percepcionado favoravelmente pelos segundos, melhorando a imagem pública da entidade gestora.

Dado o valor do custo das fugas poder ser muito inferior aos custos de detecção e reparação das fugas, terão de se prever mecanismos para que a entidade gestora force os particulares a executar as reparações. Os mecanismos podem passar pelo aumento das tarifas ao condomínio, pela cobrança de

uma tarifa extraordinária, de valor elevado, para o caudal de perdas detectado ou, no limite, pela redução ou corte do abastecimento ao edifício.

4.3 PERDAS APARENTES

São do âmbito deste trabalho as perdas por submedição nos contadores e as perdas por consumos ilícitos.

As perdas por submedição, conforme apresentado no capítulo anterior, ocorrem quando o caudal em movimento não é correctamente medido, sendo este um problema que progride com o decorrer do funcionamento dos contadores.

Os consumos ilícitos compreendem consumos não facturados decorrentes de ligações clandestinas aos ramais públicos ou prediais. Os métodos mais comuns consistem na execução de by-pass ao contador, derivação aos ramais referidos, inversão da posição do contador e adulteração do mecanismo de contagem do contador.

O by-pass consiste na criação de um ramal que nasce no ramal público ou predial, antes do contador da fracção, e termina já depois do contador fracção. Em baixo, na Figura 4.1, apresenta-se pormenor de ligação ilícita tipo by-pass.

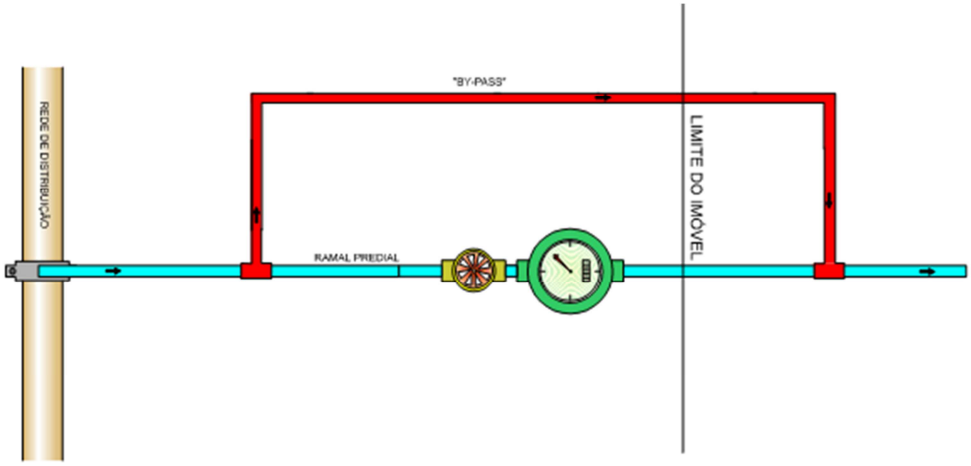


Figura 4.1: Ligação tipo by-pass (Lédo, 1999)

Para diagnosticar localmente esta situação é necessário retirar o contador e mede-se a pressão do retorno da água. Se for semelhante à pressão da rede antes do contador, então confirma-se a existência de um by-pass. (Lédo, 1999)

A Derivação consiste em abastecer a rede privada a partir de uma derivação da rede pública ou predial, sendo que o ramal legítimo, com contador, não liga à instalação particular. De seguida, na Figura 4.2, esquema de ligação ilícita do tipo derivação.

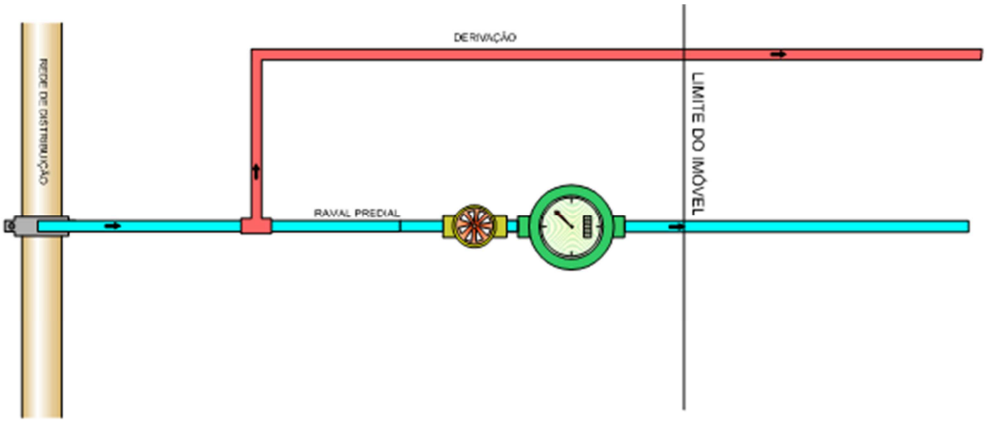


Figura 4.2: Ligação tipo derivação (Lédo, 1999)

Neste caso, como não ocorre retorno, será necessário fazer uma inspecção predial com medição da pressão dentro da fracção e comparação com a pressão no ramal público ou privado. Pode-se confirmar medindo variações de caudal no início dos referidos ramais.

Na dúvida de qualquer dos métodos anteriores, faz-se, sem comunicação aos consumidores, a obstrução do ramal ou contador junto do segundo. Não havendo reclamação de falta de água, verifica-se a eficácia da obstrução colocada e confirma-se por conseguinte a existência da fraude. (Lédo, 1999)

A inversão consiste na desmontagem do contador e colocação do mesmo no sentido inverso, fazendo medições negativas da água. É facilmente detectável por comparação do consumo totalizado com consumos totalizados anteriores.

A adulteração ocorre usualmente pela colocação de um electroíman junto do contador, impedindo o mecanismo de medição de contabilizar correctamente o volume de água que atravessa o contador. Acontece em contadores do tipo velocimétrico ou volumétrico que são os modelos de aplicação corrente em Portugal. O diagnóstico é já possível pelos novos módulos de medição que estão preparados para detectar campos magnéticos anormais e dar notificação automática dessa situação.

5
A TELEMEDIÇÃO NO BAIRRO DO ALDOAR

5.1 INTRODUÇÃO

O melhor conhecimento sobre os consumos em cada ponto de entrega (mais discriminado e mais actualizado) permite utilizar de forma mais eficiente as ferramentas de planeamento, de manutenção e de operação das redes, tendo o potencial de reduzir os custos associados à gestão e operação das redes e de melhorar a qualidade do serviço prestado. Simultaneamente, esta informação pode ser utilizada para combater as fraudes, beneficiando todos os consumidores cumpridores. (ERSE, 2007)

Com este propósito, e ainda no sentido de aperfeiçoar o seu sistema de facturação e de controlo de perdas, a Águas do Porto E.E.M. procedeu à actualização dos contadores de água domésticos no Bairro de Aldoar e procedeu à colocação de radiotransmissores que enviam periodicamente informações sobre o consumo de água nos respectivos contadores, sistema usualmente denominado por telecontagem.

Não deixa contudo de ser relevante a criação de perfis de consumo médios tipo para as várias tipologias e dimensões de agregados familiares como ferramenta estatística para determinação de consumos médios e picos de consumo que auxiliarão no dimensionamento e operação dos sistemas de distribuição e também na estruturação de novos planos tarifários mais segmentados.

Não dispondo a Águas do Porto desse registo, foi contactada a DomusSocial E.E.M. que facultou registos onde se incluem, para cada fracção, a tipologia da habitação e o número de pessoas aí residentes.

DomusSocial, E.E.M., entidade pública empresarial de âmbito municipal, é abreviatura de CMPH - DomusSocial – Empresa de Habitação e Manutenção do Município do Porto, E.E.M. Constituída em 2000, tem, para além da responsabilidade a gestão do parque habitacional do município, a actividade de manutenção de equipamentos e infra-estruturas, do domínio público e privado, em que a gestão pertença à Câmara Municipal do Porto.

Atente-se contudo que a atribuição de habitação social é condicionada, entre outros factores, ao número de agregado familiar, pelo que é possível a existência de fraude na contabilização de moradores constante dos dados da DomusSocial E.E.M.. Ressalve-se ainda que podem ocorrer mudanças, por nascimento, morte, casamento, motivos de trabalho, no número de agregado familiar adulterando de certo modo os perfis obtidos neste trabalho.

Para recolher a informação, instalou duas unidades fixas de recolha e armazenamento da informação, designadas por concentradores.

Para estimarem as perdas de água em espaço público, ramais e condutas, dentro do espaço do Bairro de Aldoar, procederam à colocação de um contador totalizador que, por comparação com os caudais acumulados nos contadores particulares num determinado momento ou período, permite a aferição de perdas no sistema público de distribuição de água.

Problemas técnicos com a recepção e qualidade dos dados recolhidos obrigaram ao reposicionamento de um dos concentradores e posteriormente ao acrescento de uma terceira unidade de recolha de dados e ao reposicionamento das duas unidades já existentes. Foi ainda colocado um novo equipamento – dattalogger – junto do contador totalizador. Este permite receber dados de pressão e incorporar os resultados obtidos mais facilmente no sistema de telemetria de redes de distribuição já existente na Águas do Porto. Teve ainda a vantagem de permitir o melhor registo dos valores deste contador.

Existem então dois períodos distintos de recepção de informação, entre 3 de Fevereiro e 24 de Fevereiro, três semanas, e entre 12 de Maio e 26 de Maio, 2 semanas.

Foi recepcionada alguma informação relativa a contadores exteriores ao Bairro de Aldoar. Não havendo qualquer informação sobre a tipologia da fracção, nível socioeconómico dos moradores ou dimensão do agregado familiar dessas fracções exteriores ao bairro, fez-se apenas o estudo do perfil médio de consumo dessas fracções para comparar com as interiores ao Bairro. É de certa forma uma medida da aplicabilidade, ou não, dos perfis obtidos no bairro para estimação de consumos noutros locais da cidade. Dada a grande inconstância de sinais recebidos desses contadores, foram apenas seleccionados 10 contadores exteriores ao bairro.

5.2 DESCRIÇÃO DO BAIRRO DE ALDOAR

Fundado em 1968, o Bairro de Aldoar teve como primeira designação Bairro de Manuel Carlos Agrelos, pessoa a quem pertencias os terrenos e que os ofereceu.

Situado na freguesia de Aldoar, concelho do Porto, o bairro é constituído por 16 blocos de habitação e foi criado com o propósito de alojar as pessoas que viviam nos bairros de lata de Xangai e da Liberdade, à altura existentes nas imediações. Nas figuras seguintes, Figura 5.1 e Figura 5.2, fotografias aéreas com representação do bairro.



Figura 5.1: Fotografia aérea do Bairro de Aldoar (skycraper.com, 2010)



Figura 5.2: Fotografia aérea do Bairro de Aldoar (GoogleEarth, 2010)

O bairro é constituído exclusivamente por edifícios de habitação colectiva com as tipologias T1, T2, T3 e T4. A Domus Social forneceu dados referentes à tipologia e número de moradores em cada fracção. Na Tabela 5.1, em baixo, apresenta-se quadro síntese do total de fracções por tipologia, do número total de moradores por tipologia e o número médio de habitantes por tipologia.

Tabela 5.1: Resumo de total de tipologias e de moradores

	Bairro	T1	T2	T3	T4
Habitações	351	16	101	140	94
Moradores	1040	24	257	417	342
Mor./Hab.	3,0	1,5	2,5	3,0	3,6

Na Tabela 5.2 é apresentado o número de habitações descriminado por tipologia de fracção e por número de moradores.

Tabela 5.2: Descriminação da dimensão dos agregados familiares

	Fracções					Moradores
	T1	T2	T3	T4	Total	Total
1 Morador	10	15	25	9	59	59
2 Moradores	5	36	34	23	98	196
3 Moradores	0	35	34	17	86	258
4 Moradores	1	11	24	14	50	200
5 Moradores	0	3	15	15	33	165
6 Moradores	0	1	5	8	14	84
7 Moradores	0	0	3	7	10	70
8 Moradores	0	0	0	1	1	8
Total	16	101	140	94	351	1040

De seguida, na Figura 5.3 e Figura 5.4 , apresenta-se a caracterização do bairro por percentagem de fracções e por número médio de habitantes por fracção.

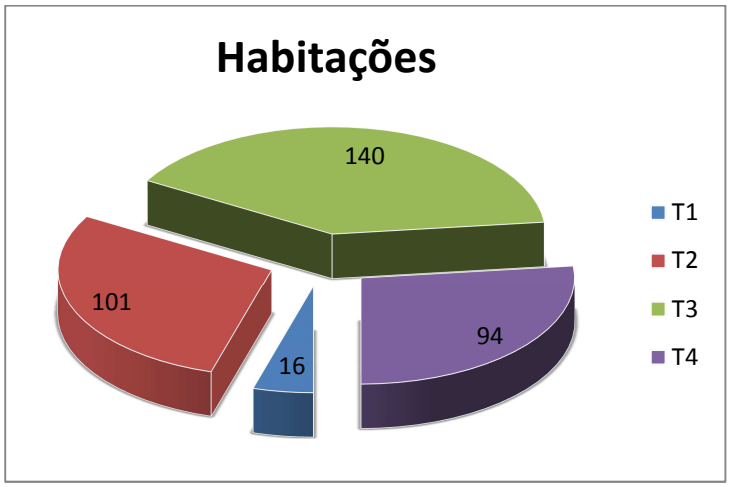


Figura 5.3: Percentagem de tipologias no Bairro de Aldoar

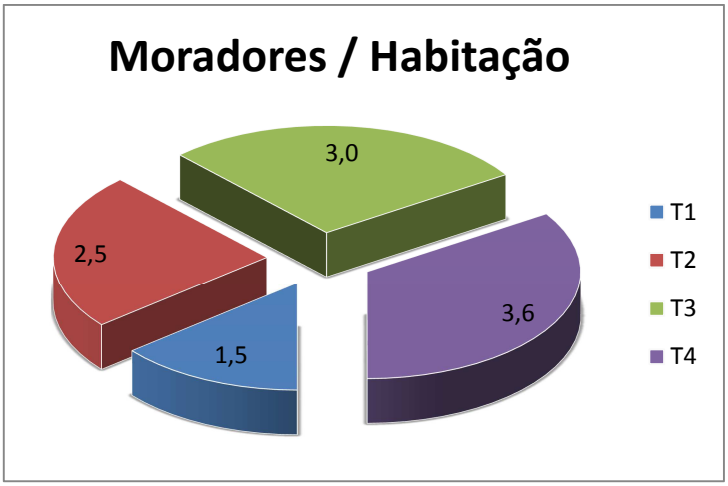


Figura 5.4: Número médio de morador por tipologia no Bairro de Aldoar

Para compreender o nível socioeconómico dos habitantes do bairro recorreu-se a dados censitários promovidos pela DomusSocial, E.E.M, em 2007. (CLDS, 2007) A estrutura etária do bairro é apresentada na Figura 5.5. Resumidamente pode-se concluir que 70% dos moradores estão em idade activa, 18% em idade de reforma e os restantes são crianças e jovens.

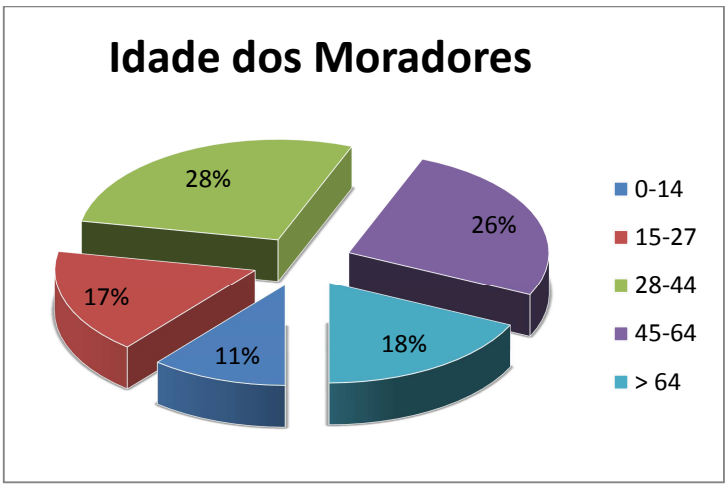


Figura 5.5: Distribuição percentual dos moradores do Bairro de Aldoar por faixa etária

As informações recolhidas pelas DomusSocial, E.E.M. concluem o seguinte: (CLDS, 2007)

- 18,2% da população encontra-se empregada;
- 22,1% em situação de desemprego/ não activo;
- 23,3% a receber reforma ou pensão;
- 23,5% a estudar;
- 4,2% com RSI;
- 8,0% não define a sua situação.

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO BAIRRO DE ALDOAR

Para correcta interpretação e valoração do tema exposto nesta dissertação, importa descrever cronologicamente e em pormenor os problemas que foram surgidos e as soluções que foram sendo encontradas, quer ao nível operacional quer ao nível do tratamento da informação.

É importante realçar que todos estes consumos se referem apenas a consumidores habitacionais em edifícios de habitação colectiva, ou seja, apenas uma parte restrita, mas perfeitamente distinguível, do universo de consumidores de água a que uma entidade gestora deve atender.

Na figura abaixo – Figura 5.6 – apresenta-se a delimitação do Bairro de Aldoar através de uma trama a cinzento. Dentro dessa trama, apresenta-se ainda a localização dos vários pontos de entrada de água nos edifícios.



Figura 5.6: Pontos representativos dos ramais domiciliários (Águas do Porto)

Importa notar na figura a disposição dos ramais de edifício que são exclusivos para cada número de polícia, sendo que cada bloco tem mais de um ramal, num máximo de três ramais para um mesmo bloco. Os ramais aqui representados abastecem os pontos marcados a azul na figura anterior.

O abastecimento aos blocos a Oeste é feito a partir de uma conduta instalada na Rua de Pelágio, em Fibrocimento e com diâmetro nominal 80 mm. A Rua de Pelágio é abastecida pelos seus extremos Norte e Sul. O abastecimento aos blocos a Poente é feito por uma conduta distinta também em fibrocimento e com diâmetro nominal de 80 mm. As condutas exteriores ao bairro e que abastecem as condutas do bairro são em PEAD, diâmetro nominal de 110 mm.

Na figura seguinte apresenta-se a rede de ramais e condutas instalada.



Figura 5.7: Condutas e ramais no Bairro de Aldoar (Águas do Porto)

Como atrás foi referido, para se poder totalizar o consumo ao bairro, foi adicionada um válvula de corte a sul e reconfigurado o abastecimento à conduta de abastecimento a Oeste. Entre as condutas de fibrocimento de abastecimento ao bairro, existem algumas habitações exteriores ao bairro a serem alimentadas na Rua de Vila Nova pelo lado Norte. Fez-se por isso uma nova conduta que liga a conduta Oeste do Bairro à conduta Este e fechou-se o anterior abastecimento Oeste, ficando esta a ser abastecida exclusivamente pela conduta Sul.

A fim de totalizar os consumos de todo o bairro, foi fechada a válvula da conduta da Rua Alcaide Faria, ficando o abastecimento ao bairro exclusivo da conduta da Rua de Vila Nova.

O contador totalizador do bairro ficou então colocado na extremidade Norte do Bairro. A nova conduta de ligação, válvulas de cortes fechadas e a posição do contador são representadas a vermelho na figura seguinte, Figura 5.8.



Figura 5.8: Colocação de válvulas de corte, novo rama e totalizador.

5.3.1 MÊS DE FEVEREIRO

Numa primeira fase foram colocados dois concentradores que eram responsáveis pela captação dos sinais dos vários contadores. Na figura seguinte, Figura 5.9, apresenta-se a localização dos dois concentradores. Como atrás foi já referido, o concentrador foi reposicionado, de acordo com a Figura 5.10.



Figura 5.9: Posição dos concentradores na primeira fase



Figura 5.10: Posição dos concentradores na segunda fase

5.3.2 MÊS DE MAIO

Nesta data tinha sido acrescentado um terceiro concentrador para resolver os problemas de recepção dos dados. Foi também colocado um datalogger junto do contador totalizador. Na Figura 5.11, em baixo, apresenta-se o esquema final com os três concentradores.



Figura 5.11: Disposição final dos concentradores

O DataLogger colocado na segunda fase junto do contador totalizar armazenou o consumo horário de caudal, também em forma de dados discretos, com 24 registos diários (espaçados de 1 hora) entre os dias 14 e 27 de Maio.

5.3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

Os contadores instalados, os módulos de emissão de sinal rádio e os receptores portáteis são, como já em cima referido, do mesmo modelo dos instalados pela Águas do Porto E.E.M. em todo o sistema de telemedição. O sistema é unidireccional, ou seja, apenas comunica informação em intervalos regulares de 8 segundos.

Os contadores são volumétricos e estão normalizados segundo a MID, apresentando um parâmetro R de 160. A sua referência comercial é Altair V3 DN 15 da Sappel. Em baixo, Figura 5.13, fotografia do contador, Figura 5.12, curva de erros do contador, e quadro resumo das suas características, Tabela 5.3. Outras características seguem em anexo.

Tabela 5.3: Curva de erros do contador Altair V3 DN 15

Diâmetro nominal	DN	mm	15
Comprimento	L	mm	110
Caudal nominal	Q3	m^3/h	2,5
R	Q3/Q1		160
Caudal de arranque		l/h	2
Caudal mínimo	Q1	l/h	15,6
Caudal de transição	Q2	l/h	25,0
Caudal máximo	Q4	m^3/h	3,12
Caudal máximo previsto		m^3/h	7

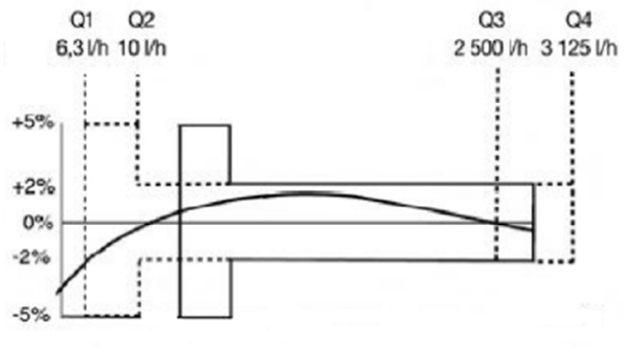


Figura 5.12: Curva de erros do contador Altair V3 DN 15



Figura 5.13: Fotografia do contador Altair V3 DN 15

Os emissores de sinal rádio são de acoplamento sobre o contador, e têm a referência comercial Izar R3.5 868 da Sappel. O sinal dos contadores é recebido através de contacto de pulso seco. O sinal de rádio emitido funciona à frequência de 868,95 MHz através do protocolo proprietário Prios e tem um alcance máximo de 500 m, quando em campo aberto. O tempo de vida útil da bateria é estimado em 15 anos. Em baixo fotografia do emissor de sinal. Características detalhadas estão em anexo.



Figura 5.14: Fotografia do emissor de sinal Izar R3.5 868

O receptor de sinal portátil consiste num receptor de rádio modelo Izar PRT da Sappel e num computador de mão modelo Handheld Psion Workabout Pro CE com software Izar R3 da Sappel. O receptor funciona na frequência de 868,95 MHz e comunica através do protocolo Prios. A bateria permite a operação dos equipamentos durante 16 horas consecutivas. Na figura em baixo representa-se o receptor à esquerda e o computador de mão à direita. Restantes características também em anexo.



Figura 5.15: Fotografia do emissor de sinal Izar R3.5 868

Os restantes equipamentos são apenas usados na telemedição do Bairro de Aldoar. Segue-se a discriminação desses equipamentos.

O contador totalizador tem DN 100, velocimétrico tipo monojacto, com certificação MID com parâmetro R igual a 315. A referência comercial é Aquila V4 DN 100 da Sappel. Em baixo fotografia e quadro resumo das suas características. Em anexo seguem características mais detalhadas.

Tabela 5.4: Curva de erros do contador Aquila V4 DN 100

Diâmetro nominal	DN	mm	100
Caudal nominal	Q3	m^3/h	100
R	Q3/Q1		315
Caudal de arranque		l/h	40
Caudal mínimo	Q1	l/h	317
Caudal de transição	Q2	l/h	508
Caudal máximo	Q4	m^3/h	125
Caudal máximo previsto		m^3/h	250



Figura 5.16: Fotografia do contador Aquila V4 DN 100

Os concentradores recolhem a informação enviada pelos emissores rádio com uma periodicidade horária. O adoptado para os três concentradores é o Izar Receiver GPRS/LAN da Sappel. Recolhe o sinal dos emissores IZAR R3.5 na frequência de 868,95 MHz e envia para a informação para um servidor FTP, por GPRS. Características em anexo. Em baixo fotografia do equipamento.



Figura 5.17: Fotografia do concentrador Izar Receiver GPRS/LAN

O datalogger recolhe a informação enviada pelo contador totalizador, modelo Cello 4 da Technolog. Com bateria para 5 anos, não necessita de alimentação eléctrica para funcionar. Características em anexo. Em seguida fotografia do equipamento.



Figura 5.18: Fotografia do datalogger Cello 4

Refira-se que os novos contador a instalar pela Águas do Porto E.E.M. são uma evolução dos Altair V3 da Sappel. O novo modelo, Altair V4 da Sappel, é também do tipo volumétrico mas o seu parâmetro R passa de 160 para 315, ou seja, apresenta uma maior amplitude de medição para baixos caudais. De seguida fotografia e quadro resumo de desempenho do contador de acordo com a MID.

Tabela 5.5: Curva de erros do contador Altair V4 R315 DN 15

Diâmetro nominal	DN	Mm	15
Caudal nominal	Q3	m^3/h	2,5
R	Q3/Q1		160
Caudal de arranque		l/h	0,5
Caudal mínimo	Q1	l/h	7,9
Caudal de transição	Q2	l/h	12,8
Caudal máximo	Q4	m^3/h	3,125
Gama de medição			1000



Figura 5.19: Fotografia do contador Altair V4 R315 DN 15

Segue-se tabela resumo das soluções com preço unitário de cada um dos equipamentos, Tabela 5.6.

Tabela 5.6: Custo dos equipamentos.

Equipamento	Preço Unitário	Qt.	Custo
Contador Altair V3 R160 DN 15	22,00 €	351	7.722,00 €
Contador Altair V4 R315 DN 15	24,00 €	0	-
Emissor Izar CP R3.5 (868,95MHz)	42,00 €	351	14.742,00 €
Handheld Psion Workabout Pro CE	3.500,00 €	0	-
Altair Receveir GPRS/LANN	1.800,00 €	3	5.400,00 €
Totalizador Aquila V4 DN100	560,00 €	1	560,00 €
DataLogger Cello 4	960,00 €	1	960,00 €
Total			29.384,00 €

Conclui-se a descrição com o custo dos equipamentos, 29384,00€. Note-se que estes valores não incluem os custos de instalação e operação dos diversos equipamentos. O Handheld não foi considerado porque o seu custo é amortizado em todo o sistema de telemetria da Águas do Porto.

Uma breve análise aos valores permite concluir o seguinte:

- Sistema de contagem doméstico: contadores – 7.722,00 €
- Sistema de telemedição doméstico: emissores – 14.742,00 €
- Componentes extras para a telemetria: receiver + totalizador – 5.960,00 €

Pode-se então objectivar em 5.960,00 € o custo dos equipamentos colocados específicamente para a realização deste estudo de telemetria dos consumos no Bairro de Aldoar.

É importante ainda notar que este sistema de telemetria pode ser facilmente implantado noutros locais, podendo-se repetir os procedimentos nesses locais. Esta fácil portabilidade permite então estudar os perfis de consumo e de perdas em vários locais da cidade, conseguindo-se assim amortizar o custo de aquisição dos esquipamentos.

5.4 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

A informação fornecida pelos concentradores é distribuída em ficheiros de formato txt. Procede-se à reunião dos vários ficheiros numa base de dados, formato mdb. Tal é possível recorrendo a rotinas em linguagem C realizadas em Visual Basic.

A gestão das bases de dados é feita através de procedimentos em linguagem SQL, inseridos através do programa Microsoft Access, uma máscara gráfica que funciona sobre bases de dados.

Por fim, a informação é enviada para bases de dados do tipo Excel onde os consumos são tratados estatisticamente, construindo-se os diversos gráficos e perfis em baixo representados.

Refere-se de seguida um conjunto de problemas relativos à recepção dos dados e as respectivas considerações tomadas:

Quando surgem mais do que um valor (no limite, aconteceu surgirem três valores) para o mesmo contador, em determinada hora de determinado dia, considerou-se o maior dos 3 valores.

Quando existem registos em falta de determinada hora, considerou-se a média aritmética entre o valor superior e inferior medidos para os valores ou intervalos de valores omissos.

Quando apresentados valores excepcionalmente elevados ou baixos, esses valores foram substituídos pela média aritmética entre os valores imediatamente inferior e superior cronologicamente.

A substituição dos valores foi feita manual e directamente na base de dados MDB, manipulada através de Access.

Retirou-se também manualmente da base de dados os valores referentes a um contador com consumos crescentes negativos.

Na construção dos perfis de consumo dos consumidores do Bairro de Aldoar foram também retirados da amostra os contadores que não apresentavam consumo. A sua contabilização iria fazer diminuir o consumo médio. Atente-se que estes contadores foram já considerados aquando da análise de consumo por comparação com o totalizador.

De forma a não distorcer os resultados durante os dias úteis, os consumos referentes a dias de feriado foram considerados separadamente.

Em anexo, listagem dos contadores retirados da amostra para a construção do perfil de consumo dos moradores do Bairro de Aldoar.

Note-se por fim que cada contador é identificado com um código único. Cada emissor emite, uma vez por hora, um sinal indicando qual o volume de água acumulado nesse instante no respectivo contador. Ou seja, não indica qual o consumo nesse período de tempo de 1 horas, mas apenas o total do passado desde um mesmo momento referenciado como zero.

5.5 PERFIS E CAPITAÇÕES

Para a elaboração dos perfis de consumo consideraram-se apenas os contadores interiores ao bairro, não apenas para melhor definir o perfil de consumo específico deste bairro, mas também porque a distância entre os concentradores, colocados dentro do bairro, e os contadores exteriores ao mesmo impede a recepção dos dados em quantidade suficiente para se construírem os perfis.

Os valores relativos aos contadores fora do bairro foram retirados da amostra. Apresenta-se no entanto uma breve análise à capitação e ao perfil de consumo obtido. Atente-se contudo, que por representarem um universo de amostragem diminuto, não são representativos do universo de consumidores exteriores ao bairro. São por isso apresentados a título meramente indicativo.

Apresentam-se então de seguida os valores obtidos para as diversas situações estudadas, para o mês de Fevereiro e o Mês de Maio:

- consumo em dias úteis e em fins de semana por fracção do bairro
- consumo em dias úteis e em fins de semana por morador do bairro
- consumo em dias úteis e em fins de semana por tipologia
- consumo em dias úteis e em fins de semana por número médio de habitantes em cada tipologia
- consumo em dias úteis e em fins de semana por fracção exterior ao bairro (apenas em Fevereiro)
- perfil de perdas na rede pública (apenas em Maio)
- comparação dos resultados obtidos em Fevereiro e Maio

Todos os valores são apresentados em litros por hora. Os perfis apresentam nas abcissas a hora do dia a que diz respeito a informação.

5.5.1 MÊS DE FEVEREIRO | POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo, por fracção, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

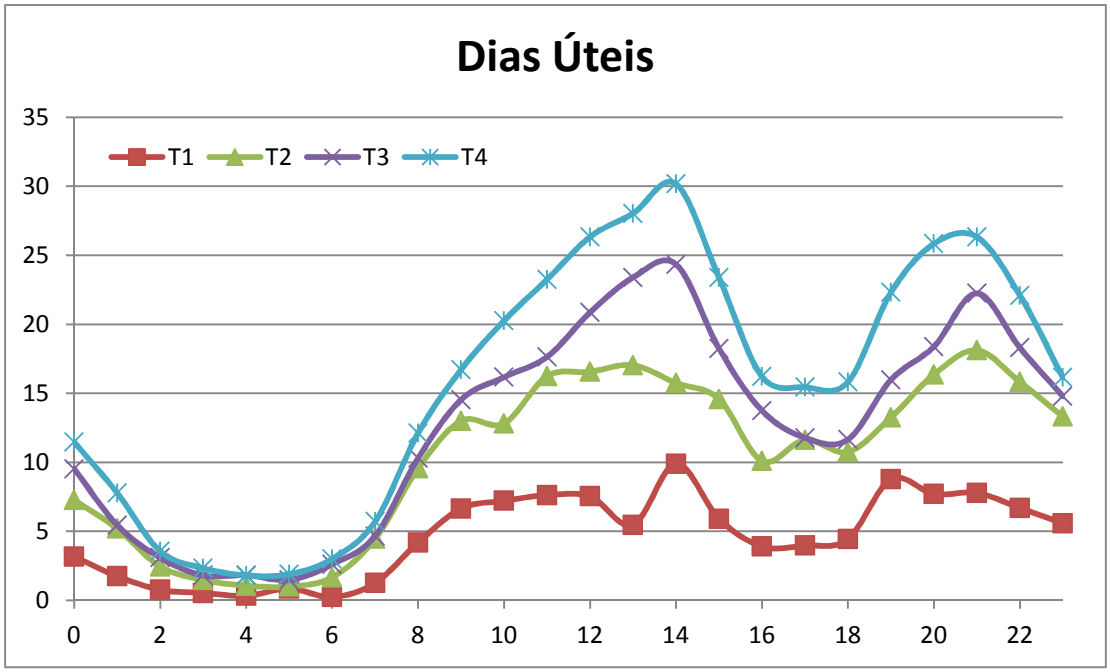


Figura 5.20: Perfis por tipologia, por fracção | Fevereiro. Dias úteis.

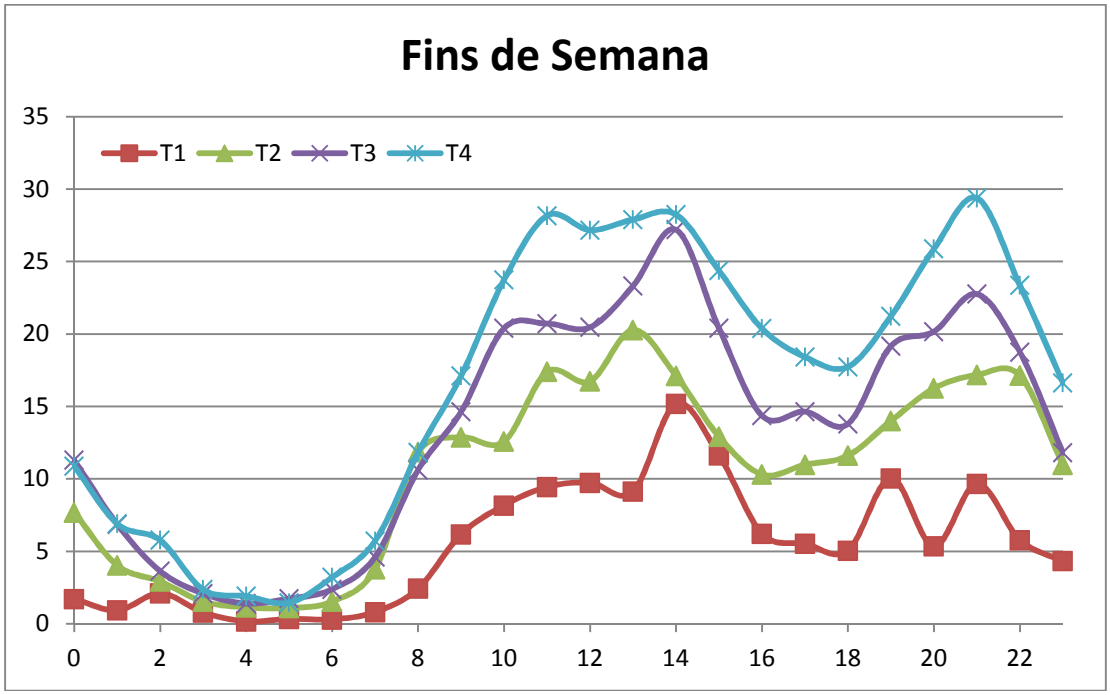


Figura 5.21: Perfis por tipologia, por fracção | Fevereiro. Fins-de-semana.

A forma dos perfis é idêntica nas várias tipologias. Os consumos entre as 2:00 e as 6:59 são residuais e os picos de consumo acontecem durante as 14:00~14:59 e as 21~21:59. As fracções T1 têm consumos nitidamente inferiores, apresentando picos de consumo menos acentuados. A distribuição de consumos ao fim de semana é mais homogénea.

5.5.2 MÊS DE FEVEREIRO | POR MÉDIA DE HABITANTE POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo, por média de habitante, por fracção, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

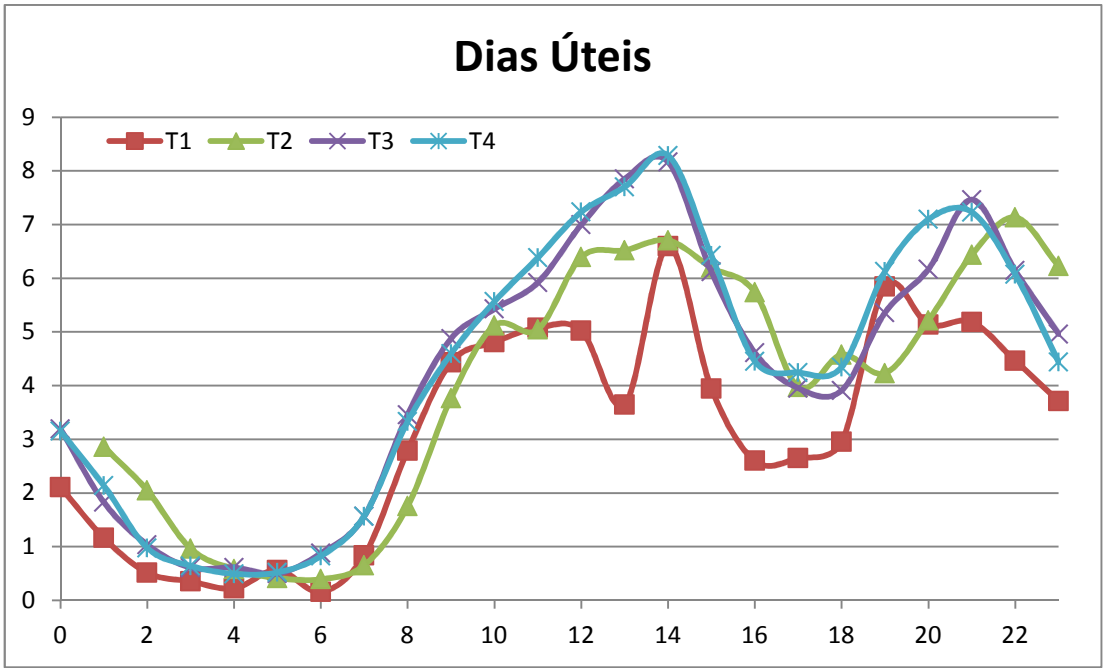


Figura 5.22: Perfis por tipologia, por fracção | Fevereiro. Fins-de-semana.

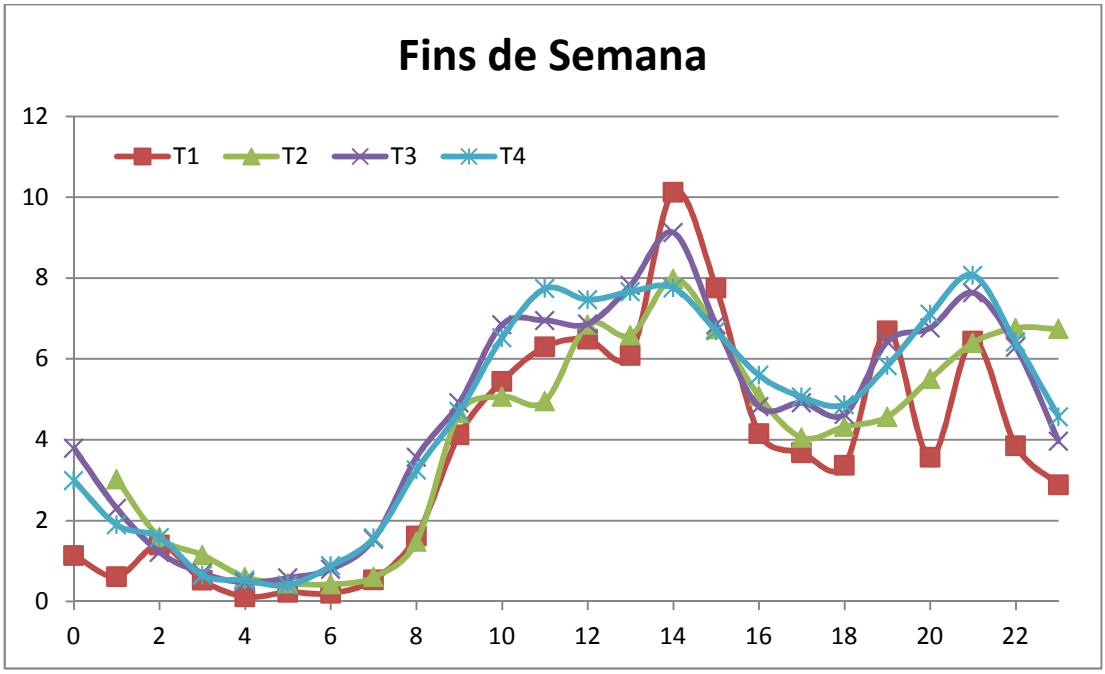


Figura 5.23: Perfis por tipologia, *per capita* | Fevereiro. Fins-de-semana.

Nos dias úteis, os perfis são semelhantes durante as 0:00~10:59. Os habitantes dos T3 e T4 têm consumos e hábitos de consumo muito semelhantes e apresentam uma distribuição em forma de função periódica. Os T2 e principalmente os T1 têm desvios mais acentuados em relação aos perfis médios atrás descritos. Aos fins-de-semana os consumos são mais homogéneos durante o dia.

5.5.3 MÊS DE FEVEREIRO | POR HABITANTE

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo por morador para o conjunto do bairro, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

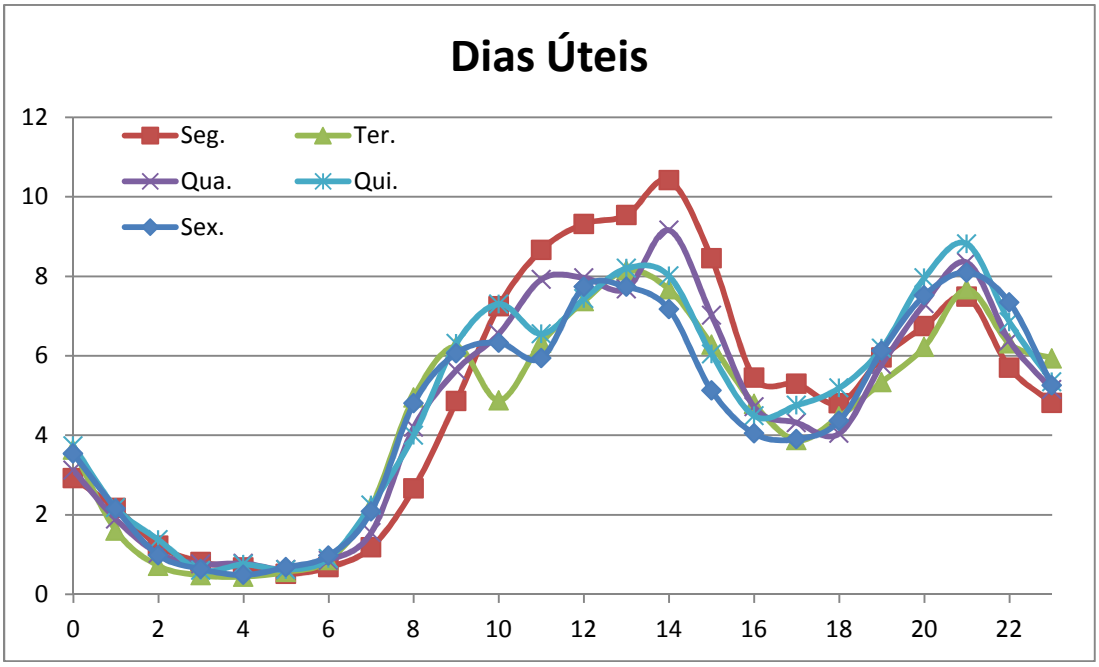


Figura 5.24: Perfis diários por habitante | Fevereiro. Dias úteis.

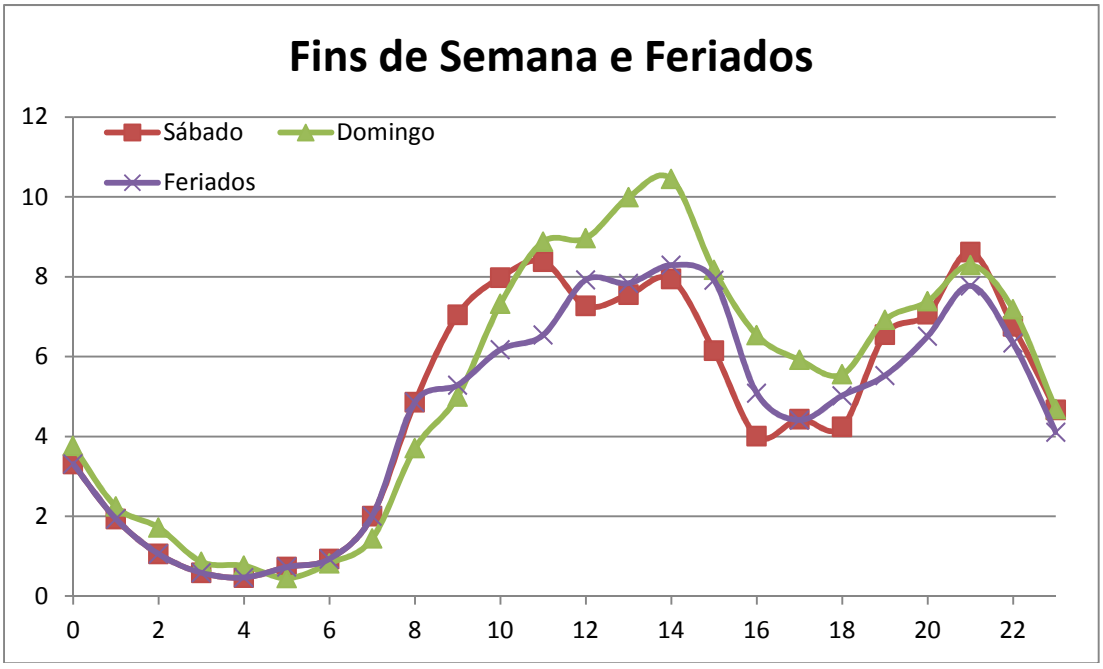


Figura 5.25: Perfis diários por habitante | Fevereiro. Fins-de-semana e feriados.

Estes perfis são directamente proporcionais aos perfis para consumos por fracção. Servem essencialmente para melhor visualizar o consumo médio *per capita* referente ao Bairro de Aldoar.

5.5.4 MÊS DE FEVEREIRO | POR FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo por habitação para o conjunto do bairro, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

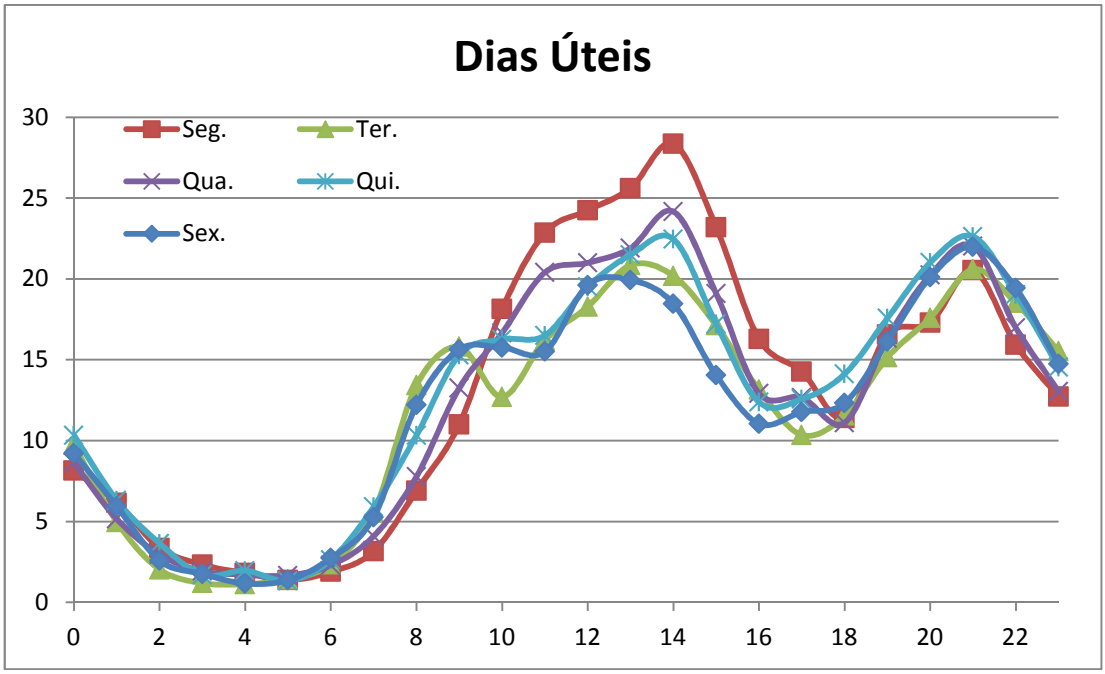


Figura 5.26: Perfis diários por fracção | Fevereiro. Dias úteis.

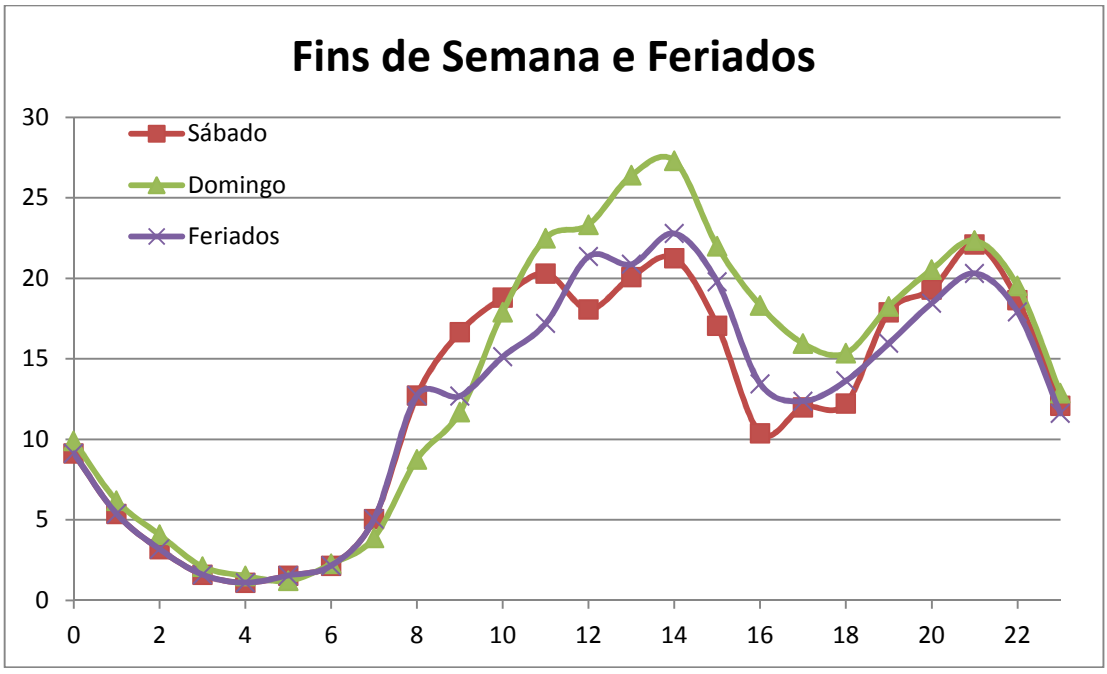


Figura 5.27: Perfis diários por fracção | Fevereiro. Fins-de-semana e feriados.

Existe grande proximidade entre os consumos dos dias úteis, sendo que na segunda-feira acentua-se o consumo de água durante as 10:00~17:59. O perfil de consumos do feriado assemelha-se muito ao perfil de sábado, sendo que no domingo à consumo constantemente superiores no período 11:00~18:59.

5.5.5 MÊS DE FEVEREIRO | POR HABITANTE POR DIMENSÃO DE AGREGADO FAMILIAR

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo, *per capita* por dimensão de agregado familiar, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

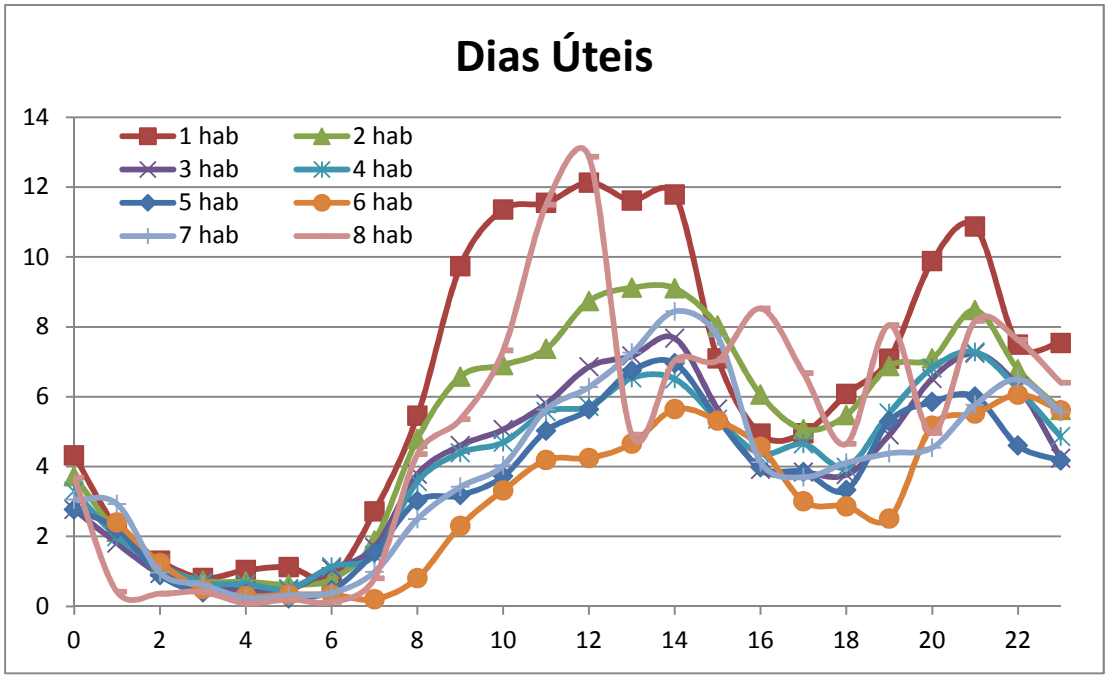


Figura 5.28: Perfis *per capita*, por agregado | Fevereiro. Dias úteis.

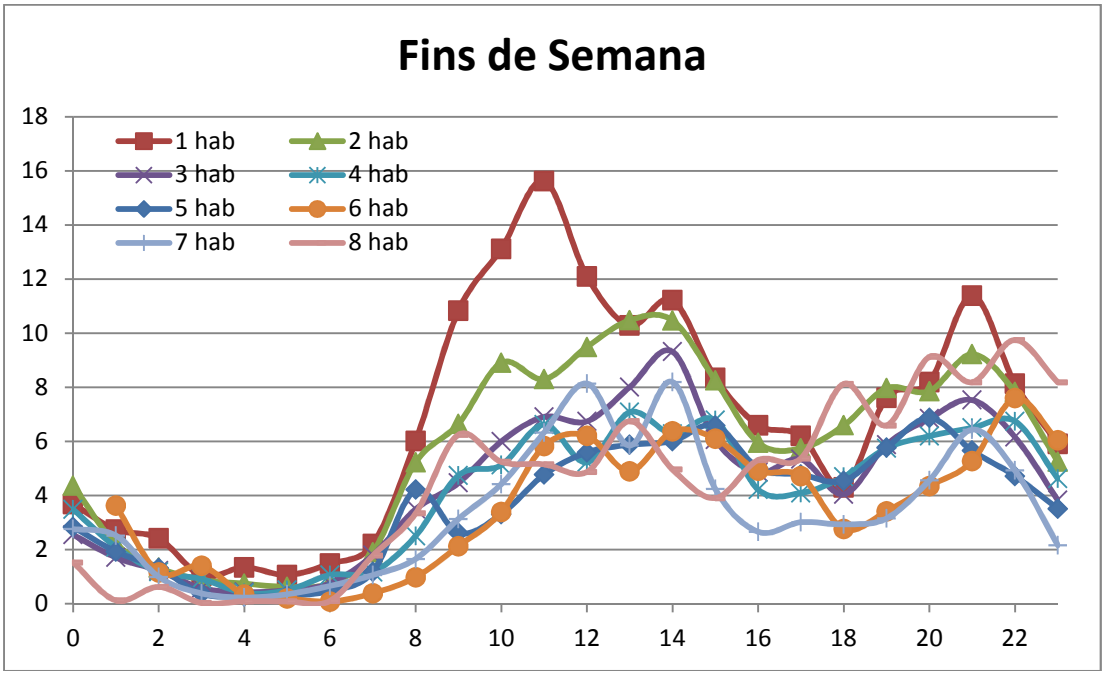


Figura 5.29: Perfis *per capita*, por agregado | Fevereiro. Fins-de-semana.

Só existe uma fracção com 8 habitantes, daí o perfil não ser tão homogeneizado como os restantes. As fracções com 3 a 7 habitantes têm perfis e hábitos de consumo muito semelhantes. Habitações com 2 moradores e, sobretudo, com apenas um morador apresentam perfis diferentes e com picos de consumo mais acentuados. Habitações com 6 e 7 moradores têm os menores consumos *per capita*.

5.5.6 MÊS DE FEVEREIRO – FORA DO BAIRRO| POR FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo por fracção para o conjunto de contadores exteriores ao bairro recepcionados, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

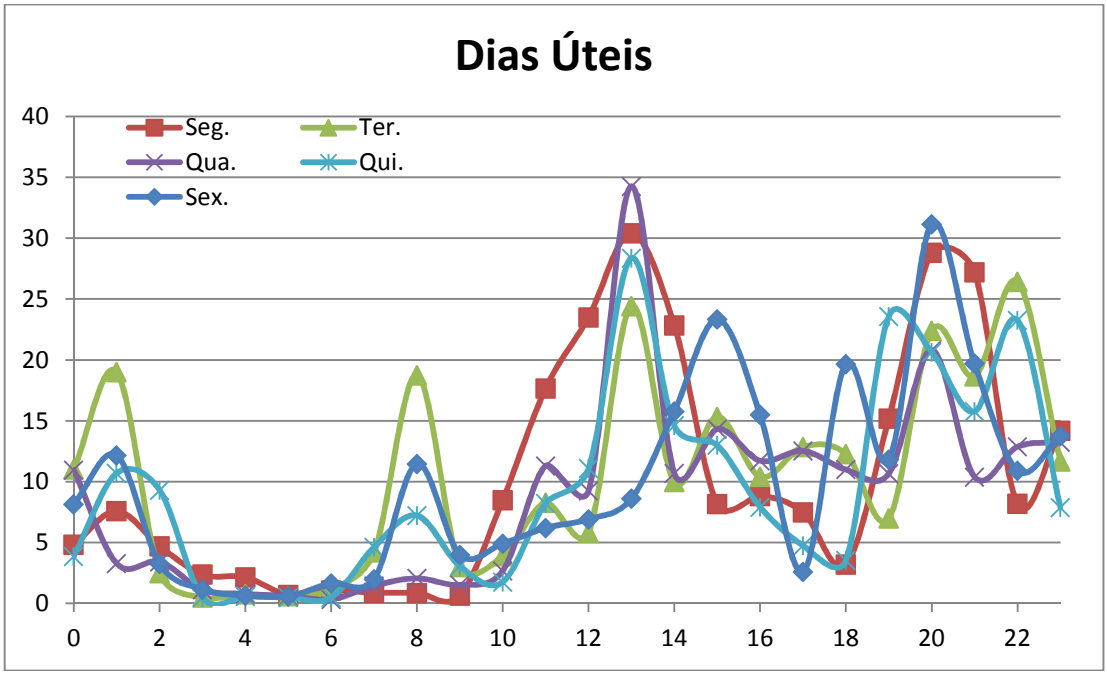


Figura 5.30: Perfis diários por fracção exterior ao Bairro | Fevereiro. Dias úteis.

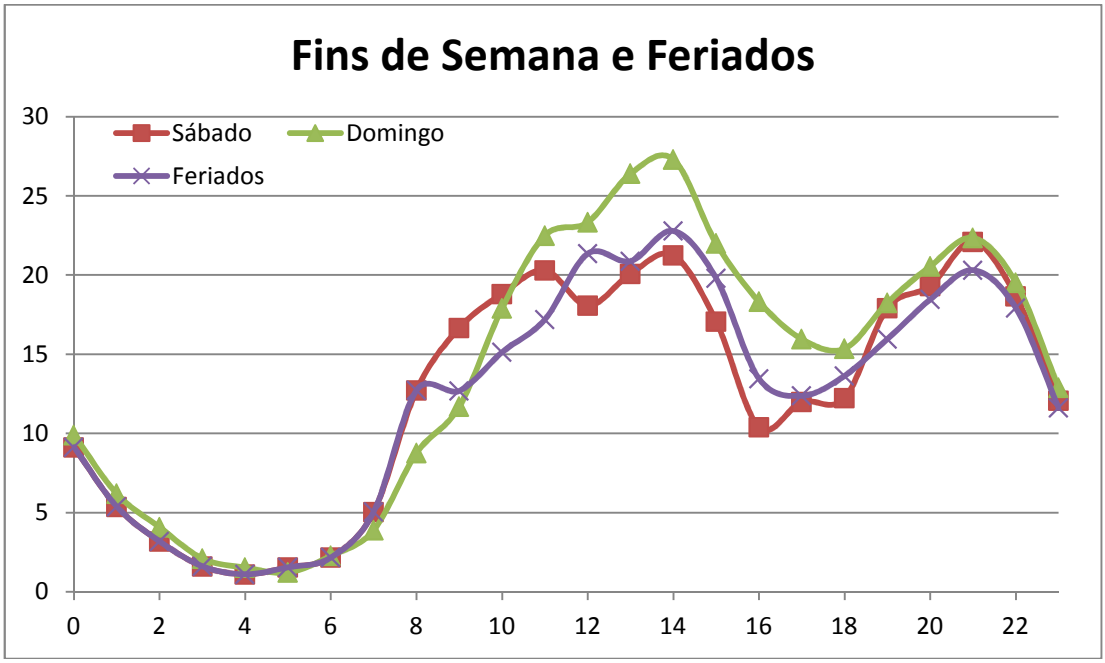


Figura 5.31: Perfis diários por fracção exterior ao Bairro | Fevereiro. Fins-de-semana e feriados.

Na terça, quarta e quinta-feira, existem quatro períodos de pico distintos. Na segunda-feira não existe pico matinal, sendo o consumo distribuído durante a manhã. Na sexta-feira há consumos significativos durante a tarde. Nos restantes dias o perfil tipo é idêntico ao do Bairro de Aldoar.

5.5.7 MÊS DE MAIO | POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo, por fracção, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

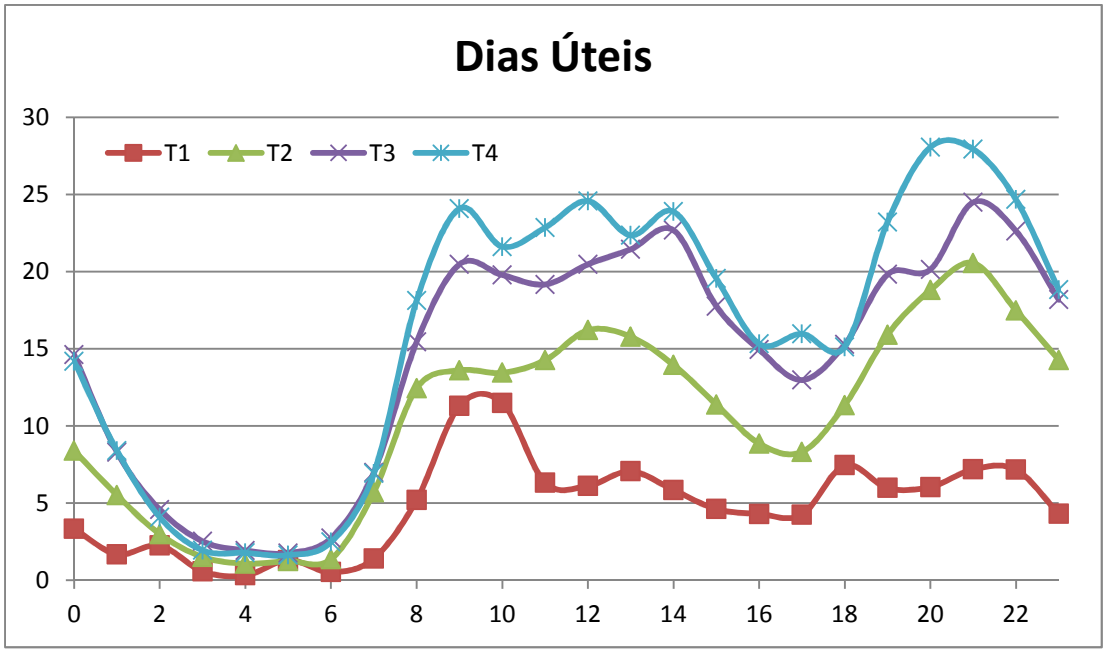


Figura 5.32: Perfis por tipologia, por fracção | Maio. Dias úteis.

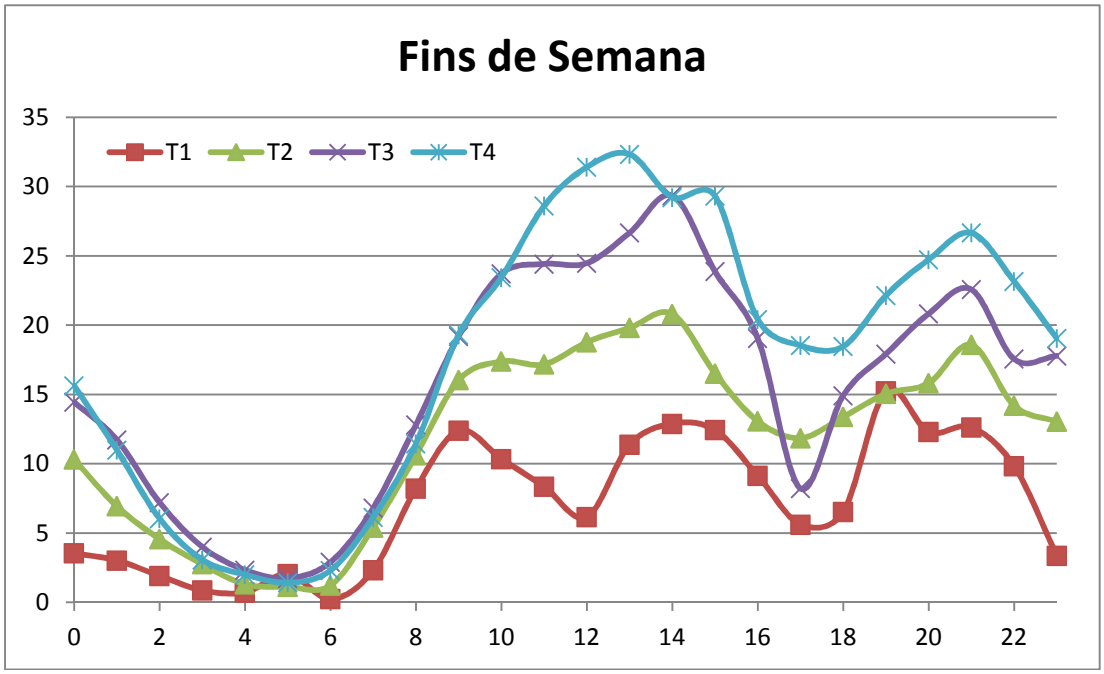


Figura 5.33: Perfis por tipologia, por fracção | Maio. Fins-de-semana.

A forma dos perfis é idêntica nas várias tipologias com excepção dos T1, sendo os consumos muito idênticos em valor, há excepção dos períodos de maior consumo em que há nítida separação entre perfis. Nos dias úteis o maior pico de consumo acontece durante as 20:00~21:59 e aos fins-de-semana durante 12:00~15:00. Os T1, principalmente aos fins-de-semana, apresentaram um perfil muito errático.

5.5.8 MÊS DE MAIO | POR MÉDIA DE HABITANTE POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo, por média de habitante, por fracção, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

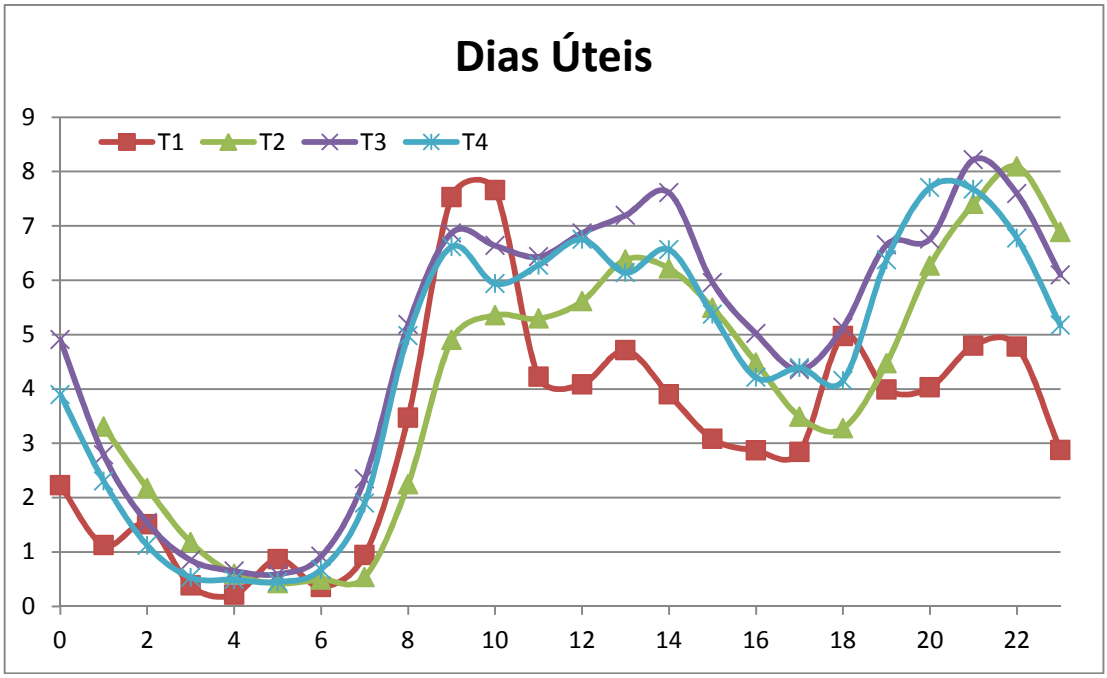


Figura 5.34: Perfis por tipologia, *per capita* | Maio. Dias úteis.

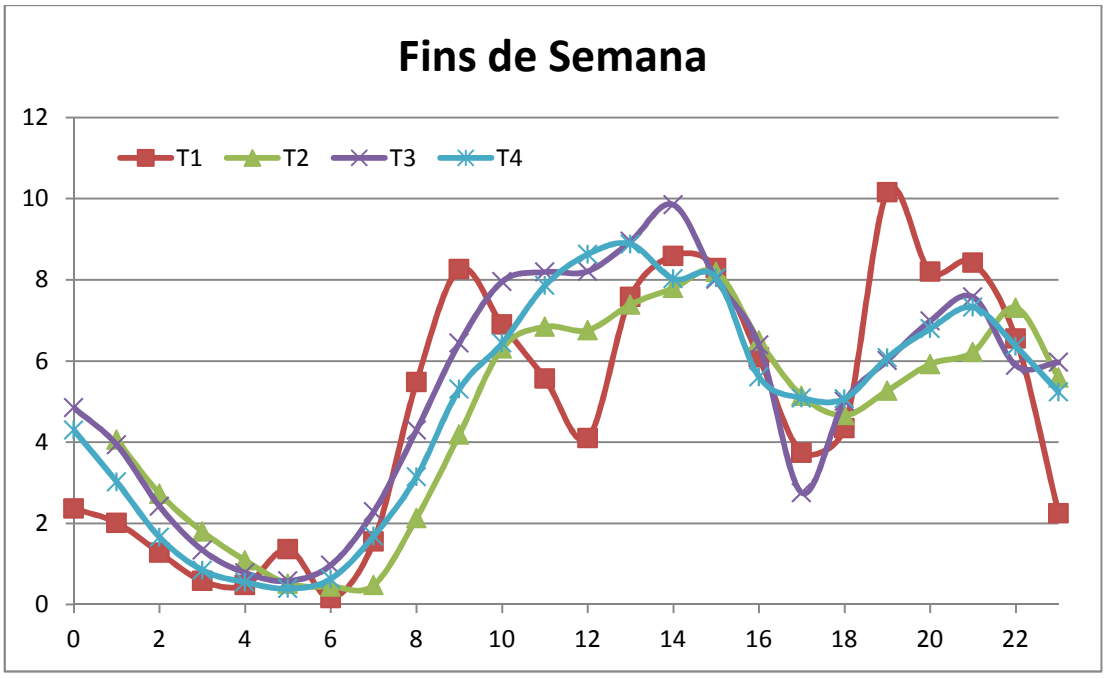


Figura 5.35: Perfis por tipologia, *per capita* | Maio. Fins-de-semana.

Os T1 voltam a apresentar perfis com dispersão errática de picos de consumo. Durante os fins-de-semana as restantes tipologias apresentaram comportamento e consumos muito semelhantes, enquanto que durante a os dias úteis os valores de consumo nos períodos de pico já variam significativamente.

5.5.9 MÊS DE MAIO | POR HABITANTE POR DIMENSÃO DE AGREGADO FAMILIAR

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo, *per capita* por dimensão de agregado familiar, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

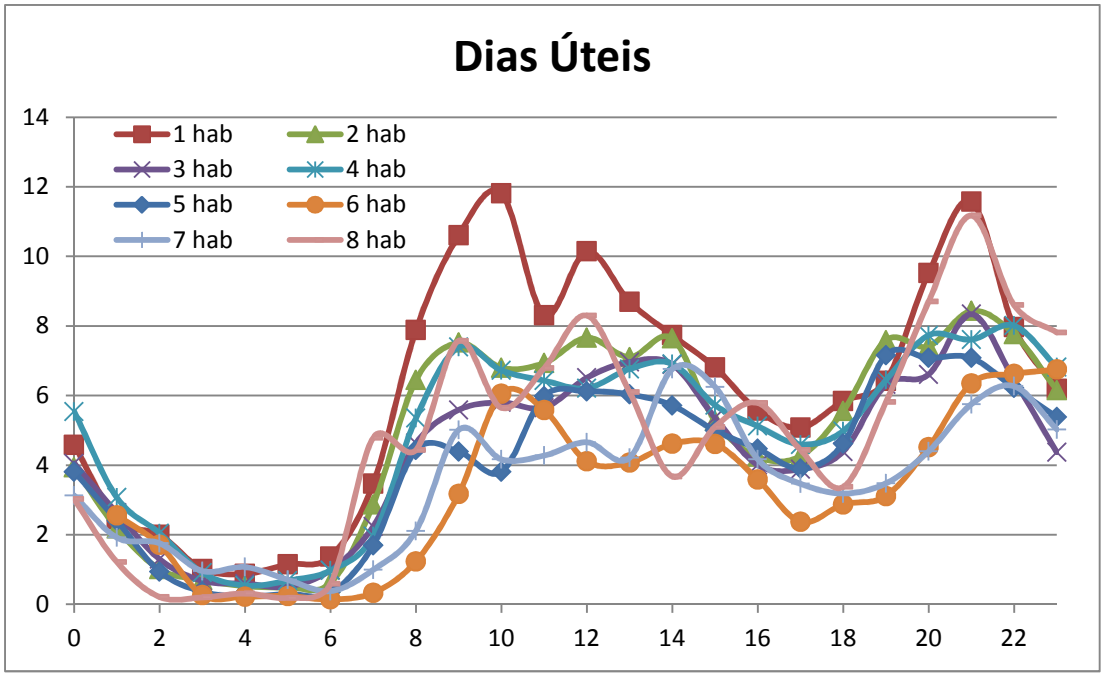


Figura 5.36: Perfis *per capita*, por agregado | Maio. Dias úteis.

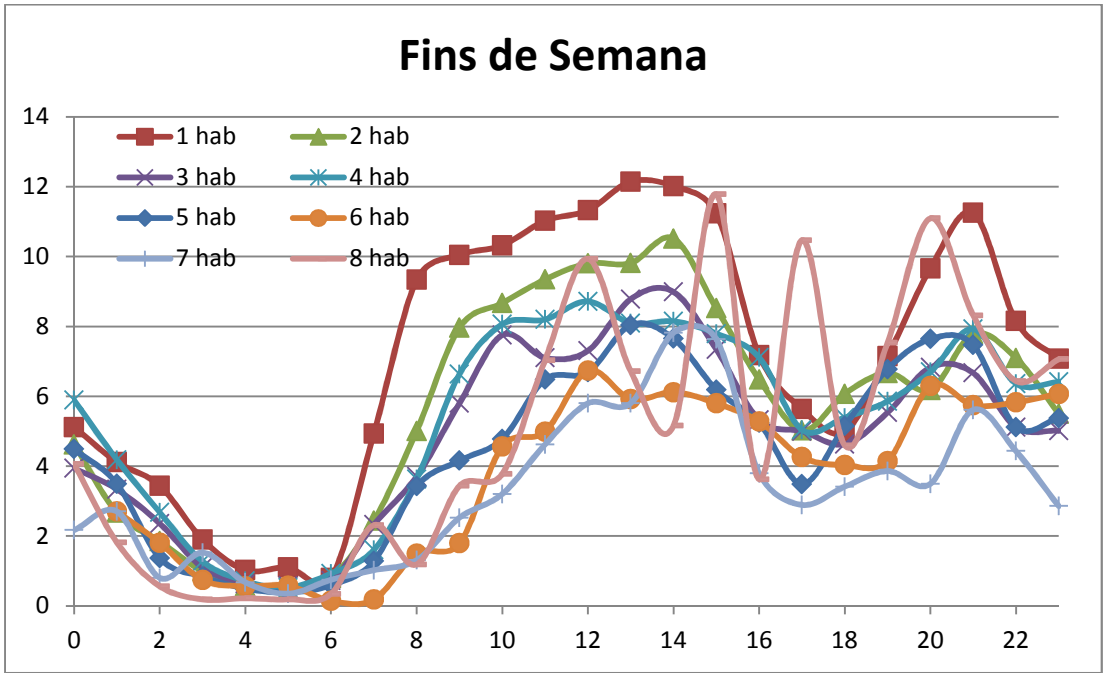


Figura 5.37: Perfis *per capita*, por agregado | Maio. Fins-de-semana.

Observa-se, tal como para Fevereiro, o comportamento errático do perfil de consumo da fracção com 8 habitantes. Habitações com 1 e 2 moradores voltam a apresentar, por esta ordem, os consumos mais altos. Mais nítido que em Fevereiro, habitações com 6 e 7 moradores têm consumos inferiores às restantes.

5.5.10 MÊS DE MAIO | POR FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo por habitação para o conjunto do bairro, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

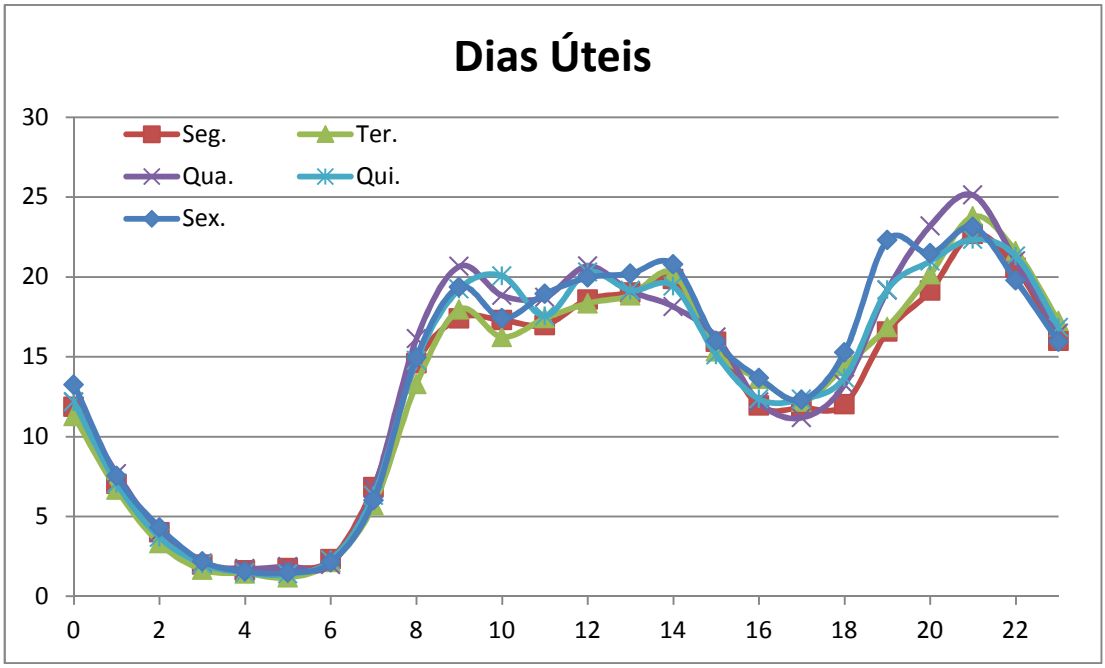


Figura 5.38: Perfis diários por fracção | Maio. Dias úteis.

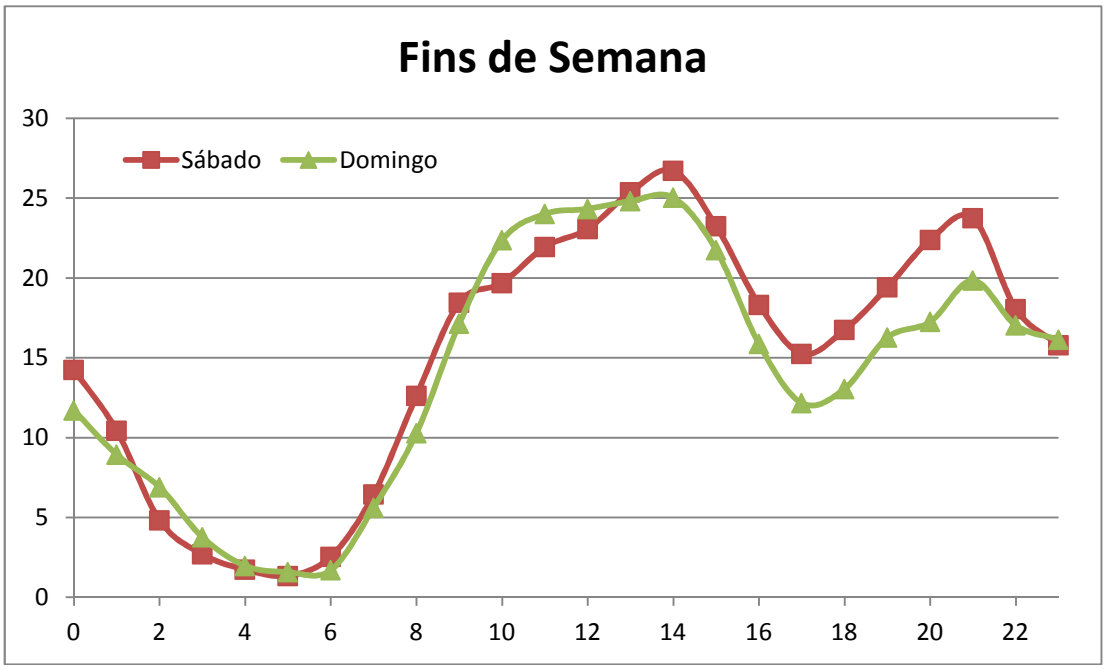


Figura 5.39: Perfis diários por fracção | Maio. Fins-de-semana.

Note-se a grande homogeneidade de consumos nos dias úteis. Apenas na sexta-feira se assiste a uma ligeira dispersão de resultados. Os perfis de sábado e domingo são muito semelhantes, sendo que no sábado foram sempre ligeiramente superiores.

5.5.11 MÊS DE MAIO | POR HABITANTE

Nos gráficos em baixo estão representados os perfis de consumo por morador para o conjunto do bairro, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

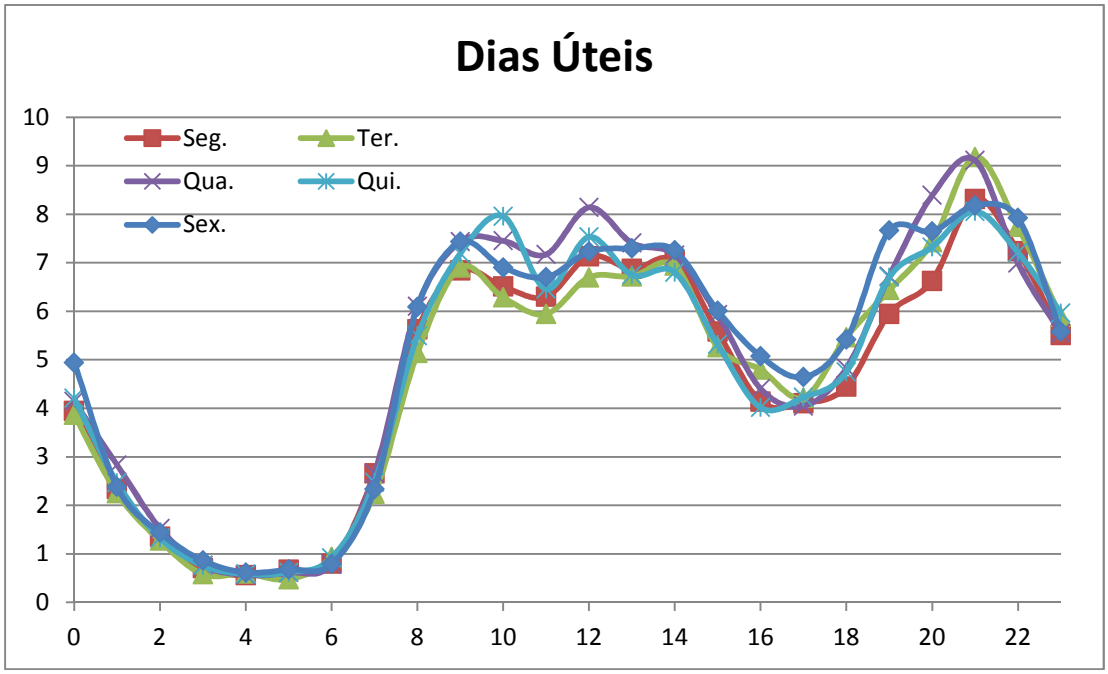


Figura 5.40: Perfis diários por habitante | Maio. Dias úteis.

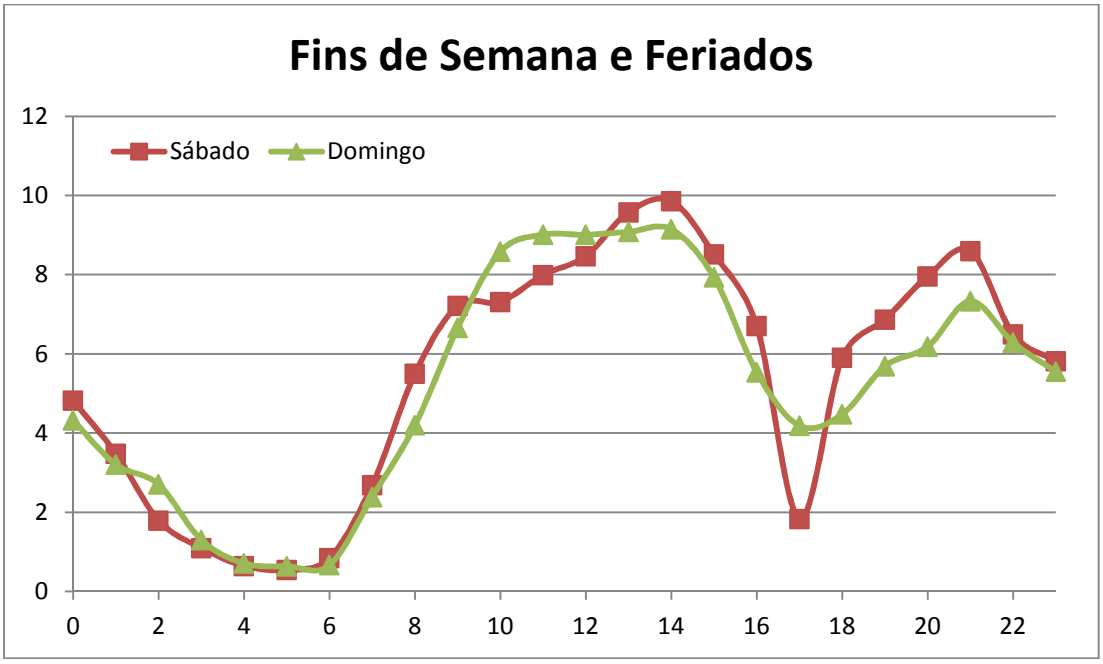


Figura 5.41: Perfis diários por habitante | Maio. Fins-de-semana.

Os perfis são proporcionais aos perfis por fracção. Note-se que nos dias úteis e domingos os picos diários são de aproximadamente 8 e 9 litros, atingindo apenas no domingo os 10 litros/hora/habitante. Não se encontra uma explicação plausível para a queda abrupta de consumo verificada nos sábados no período 17:00~17:59.

5.5.12 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR HABITAÇÃO POR DIA DE SEMANA

Nos gráficos em baixo estão representados os valores da capitação, por fracção, para os diversos dias e para a média dos dias úteis dos fins-de-semana.

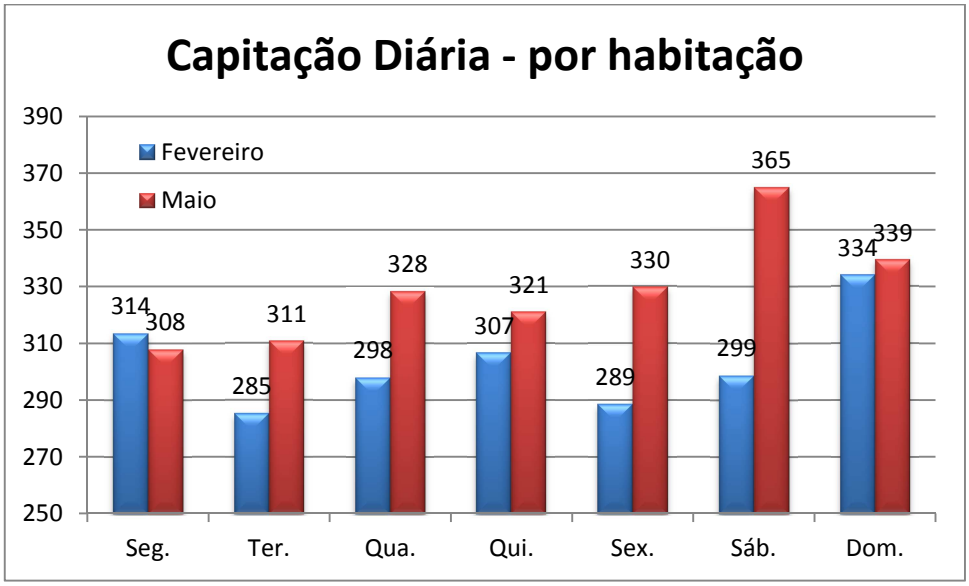


Figura 5.42: Capitações por habitação por dia.

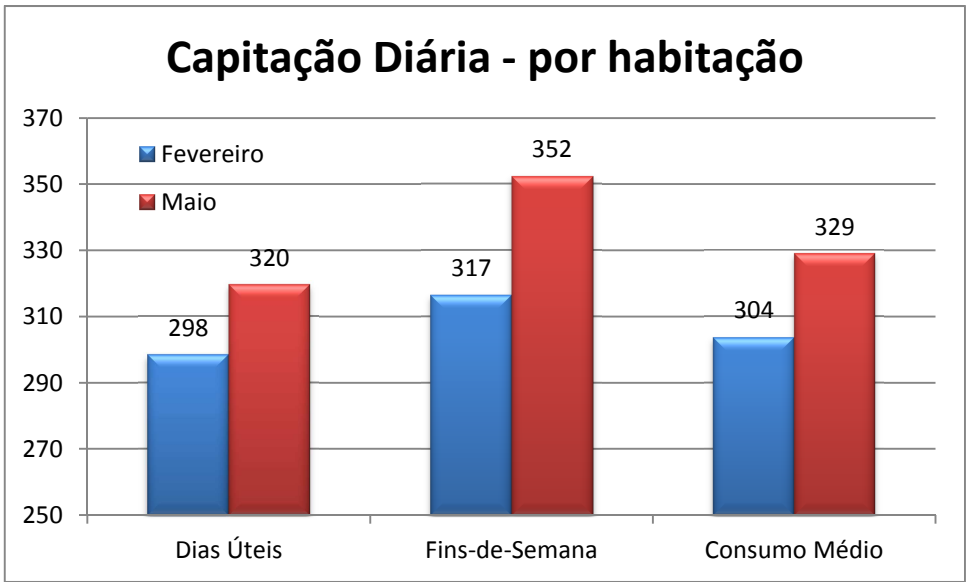


Figura 5.43: Capitações por habitação. Sumário

A capitação média diária por fracção subiu de 304 para 329 litros, 8,2%, no espaço de 3 meses. O maior aumento percentual, 22,1%, aconteceu nos sábados. Nas segundas-feiras, aconteceu um decréscimo de 1,9%.

5.5.13 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR MORADOR POR DIA DE SEMANA

Nos gráficos em baixo estão representados os valores da capitação, por habitante, para os diversos dias e para a média dos dias úteis dos fins-de-semana.

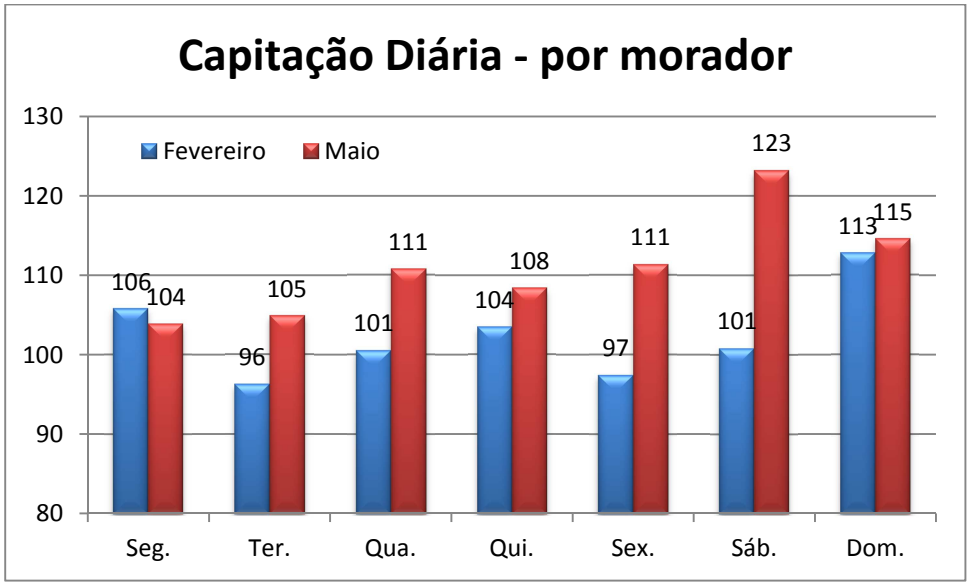


Figura 5.44: Capitação por morador por dia.

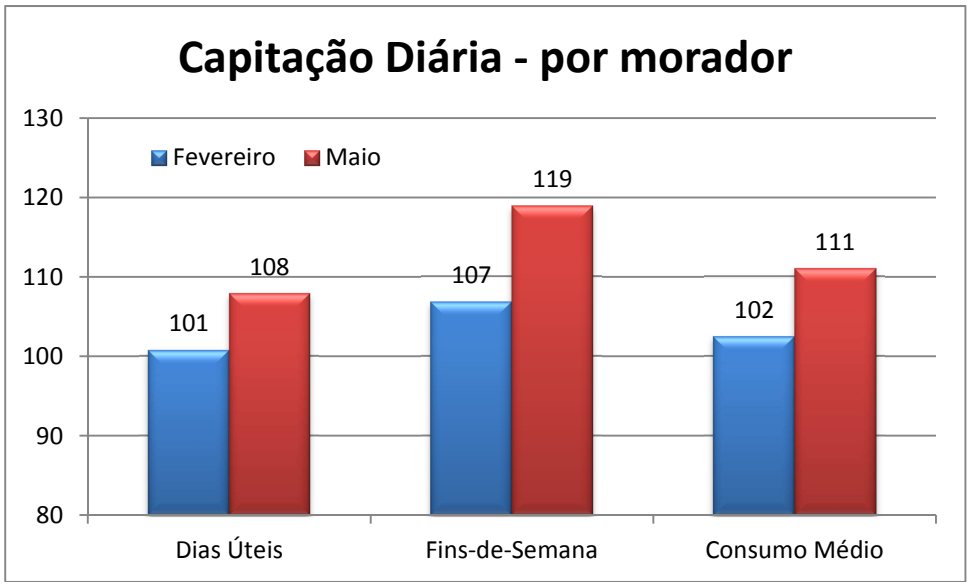


Figura 5.45: Capitação por morador. Sumário.

Os valores são directamente proporcionais. A capitação média diária por morador subiu de 102 para 111 litros no espaço de 3 meses. Nos dias úteis passou de 101 para 108 litros e nos fins-de-semana passou de 107 para 119 litros.

Note-se que as capitações de fim-de-semana foram superiores às dos dias úteis.

5.5.14 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR TIPOLOGIA DE FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representadas as diferenças entre as capitações registadas, por fracção, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

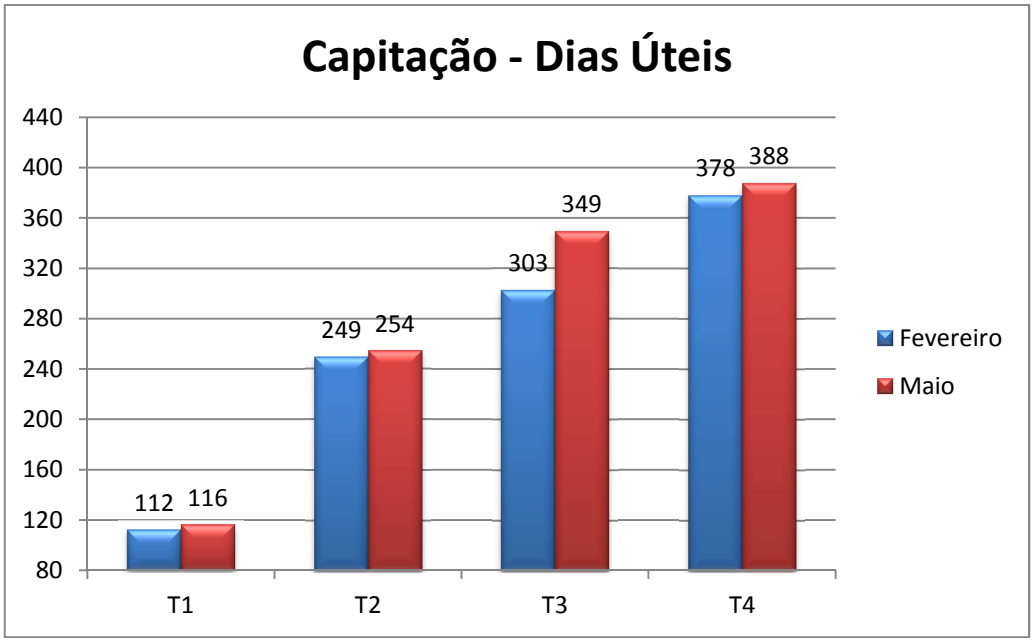


Figura 5.46: Capitação por fracção | Por tipologia – Por média dias úteis | Mês Fevereiro e Maio.

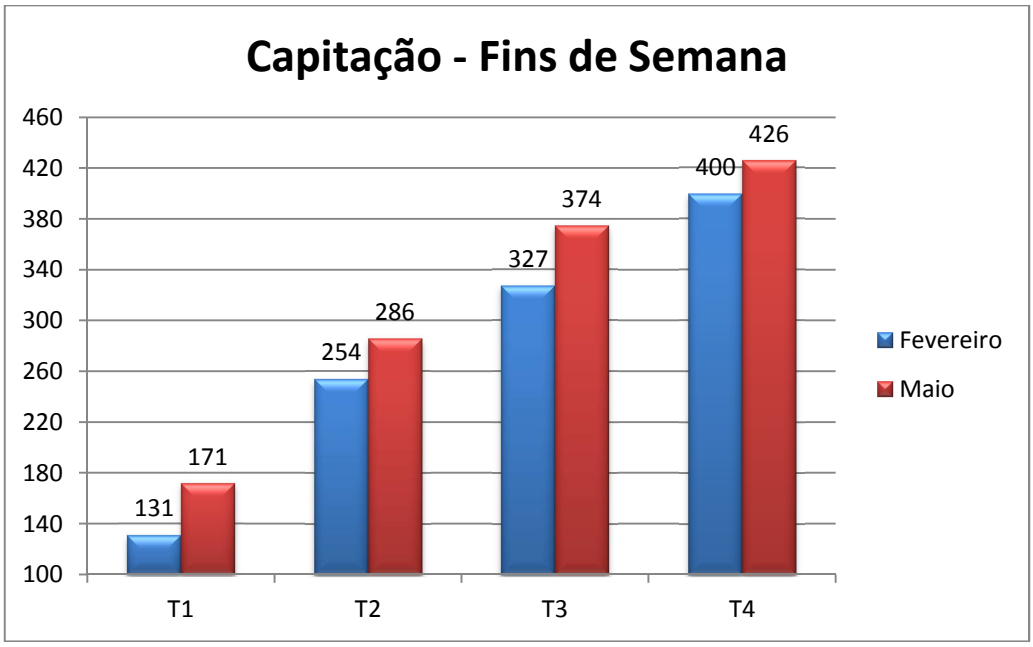


Figura 5.47: Capitação por fracção | Por tipologia – Por média fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio.

Nos dias úteis os consumos são ligeiramente superiores com excepção da tipologia T3 que tem forte acréscimo. Aos fins-de-semana o acréscimo em todas as tipologias é mais visível mas também constante, sendo mais significativo na de tipo T1.

5.5.15 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR NÚMERO MÉDIO DE HABITANTES DE TIPOLOGIA

Nos gráficos em baixo estão representadas as diferenças entre as capitações registadas, por número médio de habitantes em cada tipologia, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

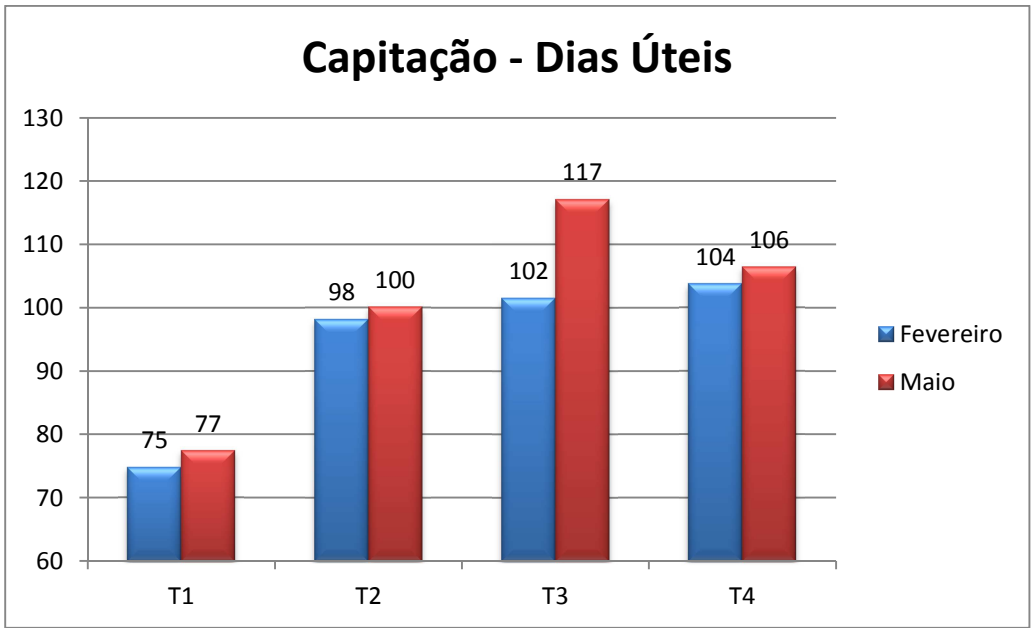


Figura 5.48: Capitação por fracção | Por morador – Por média dias úteis | Mês Fevereiro e Maio.

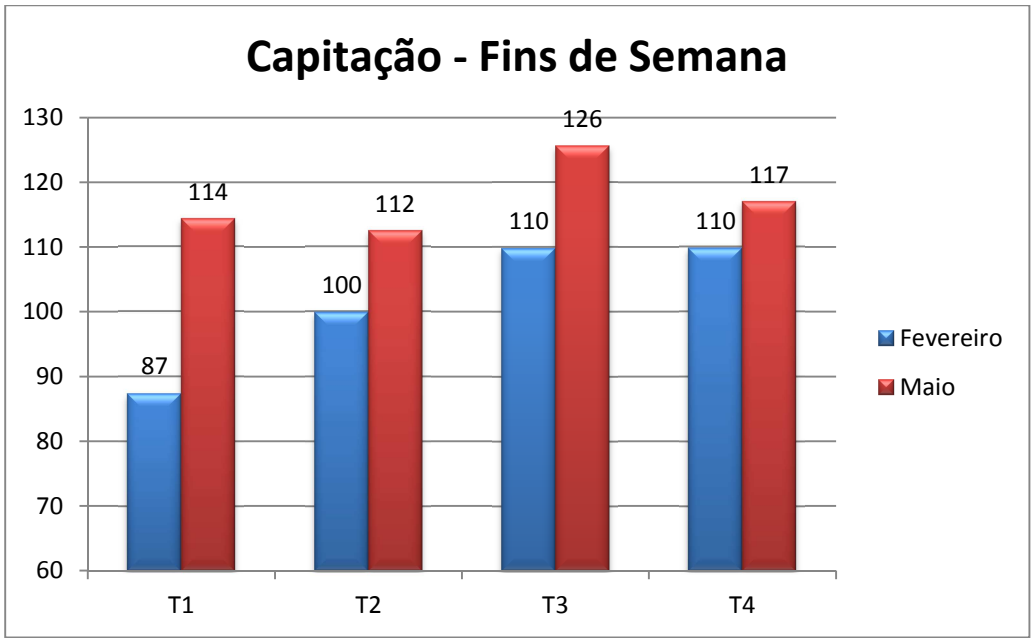


Figura 5.49: Capitação por fracção | Por morador – Por média fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio.

Nos dias úteis os consumos são idênticos com excepção dos T3 que em Maio apresentam consumos superiores. Aos fins-de-semana os consumos em Maio seguem a lógica dos de Fevereiro enquanto que os de Maio são idênticos nas várias tipologia, com maior consumo também nos T3.

5.5.16 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR NÚMERO DE MORADORES DA FRACÇÃO

Nos gráficos em baixo estão representadas as diferenças entre as capitações registadas, por número de habitantes por fracção, para a média dos dias úteis e para a média dos sábados e domingos.

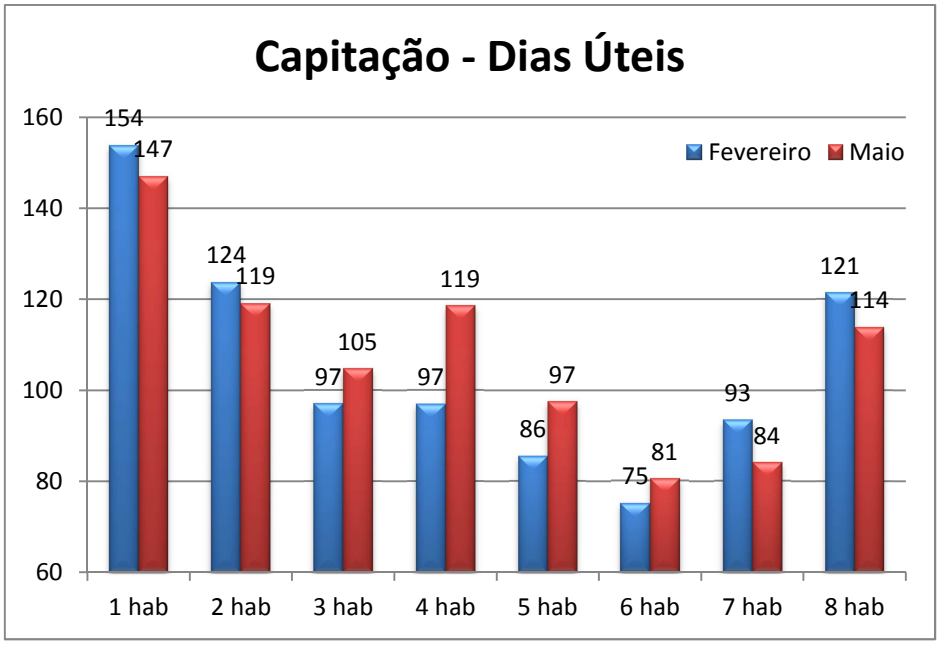


Figura 5.50: Capitação *per capita* por número de moradores da fracção – Por média dias úteis | Mês Fevereiro e Maio.

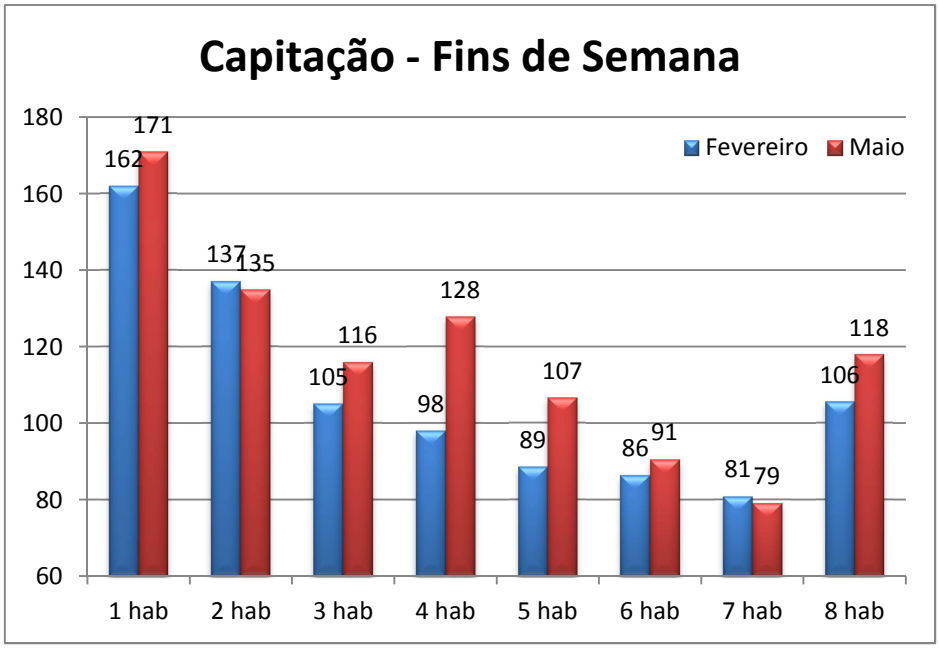


Figura 5.51: Capitação *per capita* por número de moradores da fracção | Mês Fevereiro e Maio.

Os maiores consumidores *per capita* são aqueles que vivem sozinhos e apenas com mais uma pessoa. Agregados com 6 e 7 pessoas apresentam os menores consumos *per capita*.

Note-se que existe apenas uma habitação com 8 moradores, não estando os valores encontrados devidamente homogeneizados como nas outras situações.

5.5.17 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR FRACÇÃO DO BAIRRO

No gráfico em baixo estão representadas as diferenças entre as capitações registadas nos diversos dias da semana.

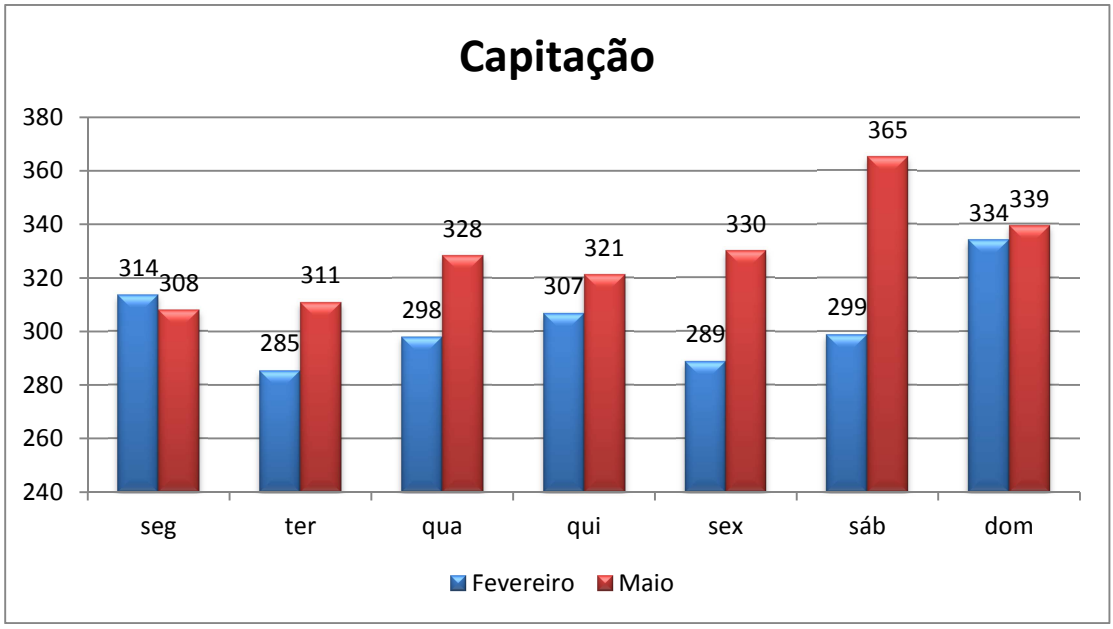


Figura 5.52: Capitação por fracção | Por dia da semana | Mês Fevereiro e Maio.

Note-se que no mês de Fevereiro, os consumos das segundas-feiras foram superiores aos do mês de Maio. Nos restantes dias, principalmente aos sábados, os consumos em Maio foram superiores.

Nos dois gráficos em baixo representam-se perfis médias diários referentes, o primeiro, à média registada para os dias úteis e o segundo, à média registada por os dias sábado e domingo.

Nos dias úteis, o pico de consumo referente à hora do almoço é mais acentuado do que em Maio, mas não tanto como na análise por morador. Verifica-se que o consumo de água durante a manhã é superior em Maio.

Aos fins-de-semana os perfis obtidos são idênticos. Os consumos idênticos as 17 h e as 22 h e em Maio superiores entre as 23 h e as 16 h.

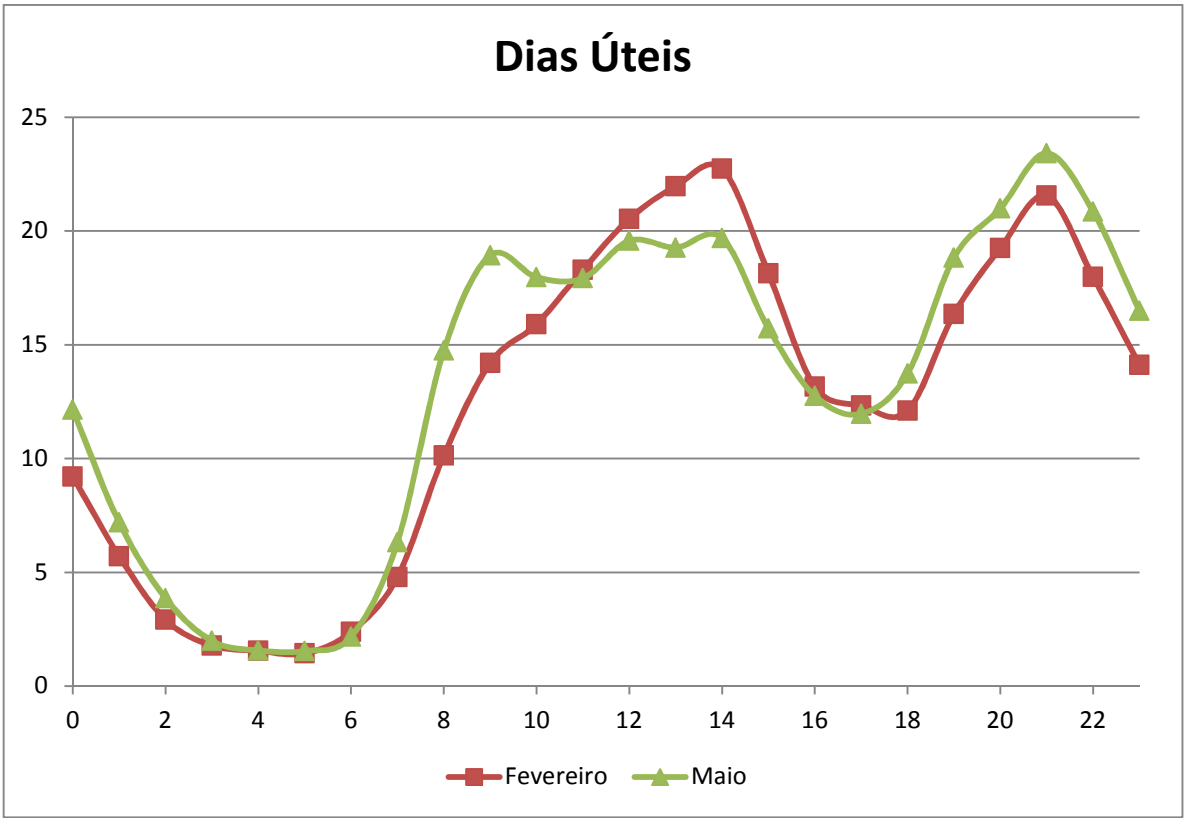


Figura 5.53: Perfis por fracção | Média dos dias úteis | Mês Fevereiro e Maio.

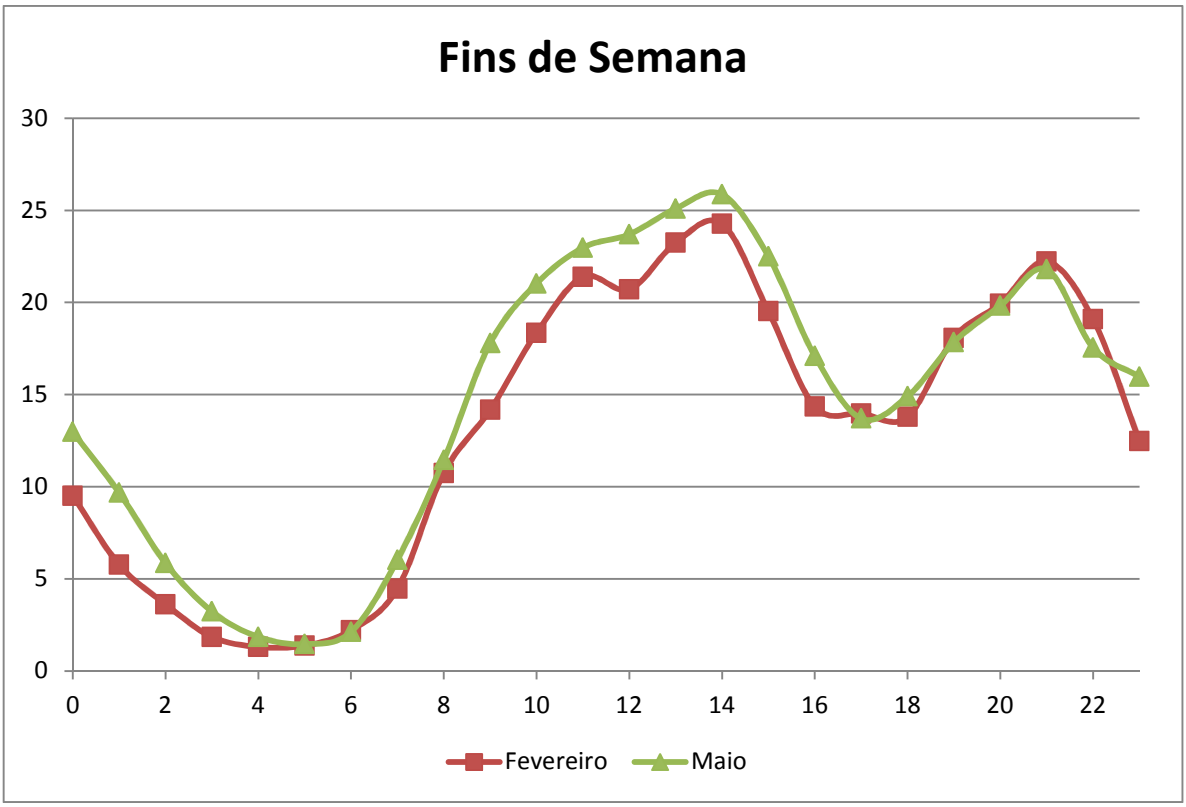


Figura 5.54: Perfis por fracção | Média dos dias de fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio.

5.5.18 COMPARAÇÃO ENTRE MESES – FEVEREIRO E MAIO | POR MORADOR DO BAIRRO

No gráfico em baixo estão representadas as diferenças entre as capitações registadas nos diversos dias da semana.

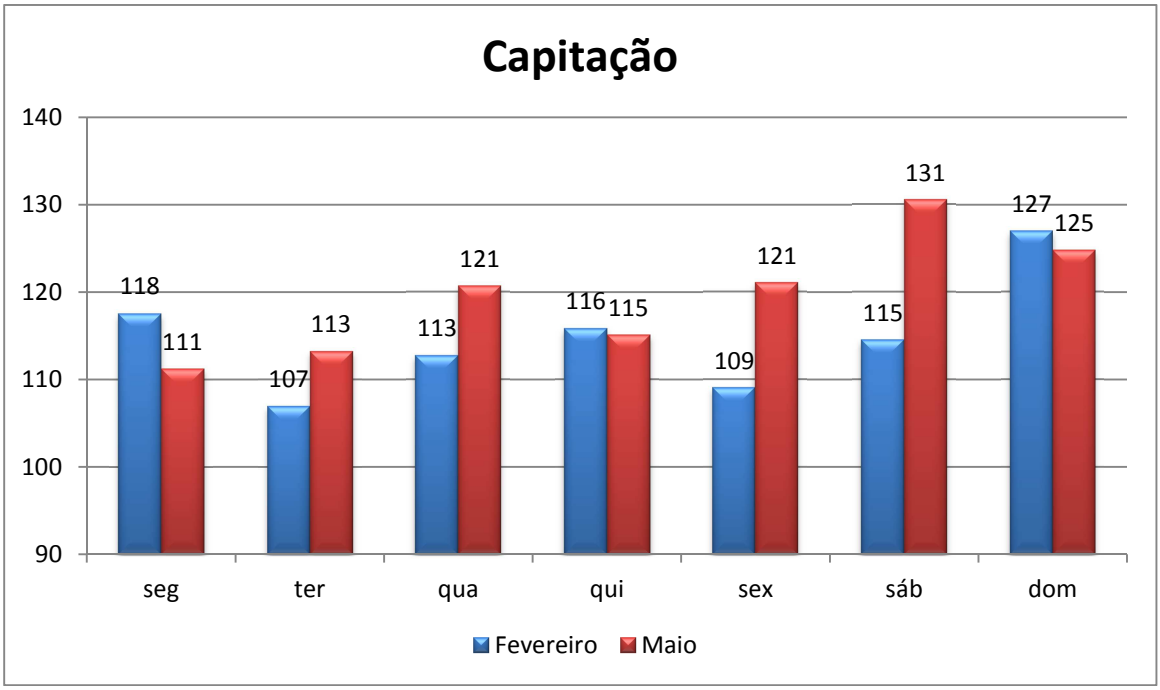


Figura 5.55: Capitação por morador | Por dia da semana | Mês Fevereiro e Maio.

Note-se que no mês de Fevereiro, os consumos das segundas-feiras eram superiores aos do mês de Maio. Nas quintas-feiras e domingos os consumos foram idênticos. Nos restantes dias os consumos em Maio foram superiores.

Nos dois gráficos em baixo representam-se perfis médias diários referentes, o primeiro, à média registada para os dias úteis e o segundo, à média registada por os dias sábado e domingo.

Nos dias úteis, o pico de consumo referente à hora do almoço é mais acentuado do que em Maio. Verifica-se que o consumo de água durante a manhã é superior em Maio. Aos fins-de-semana os perfis obtidos são idênticos. Em Fevereiro os consumos foram superiores entre as 17 h e as 22 h e em Maio superiores entre as 23 h e as 16 h.

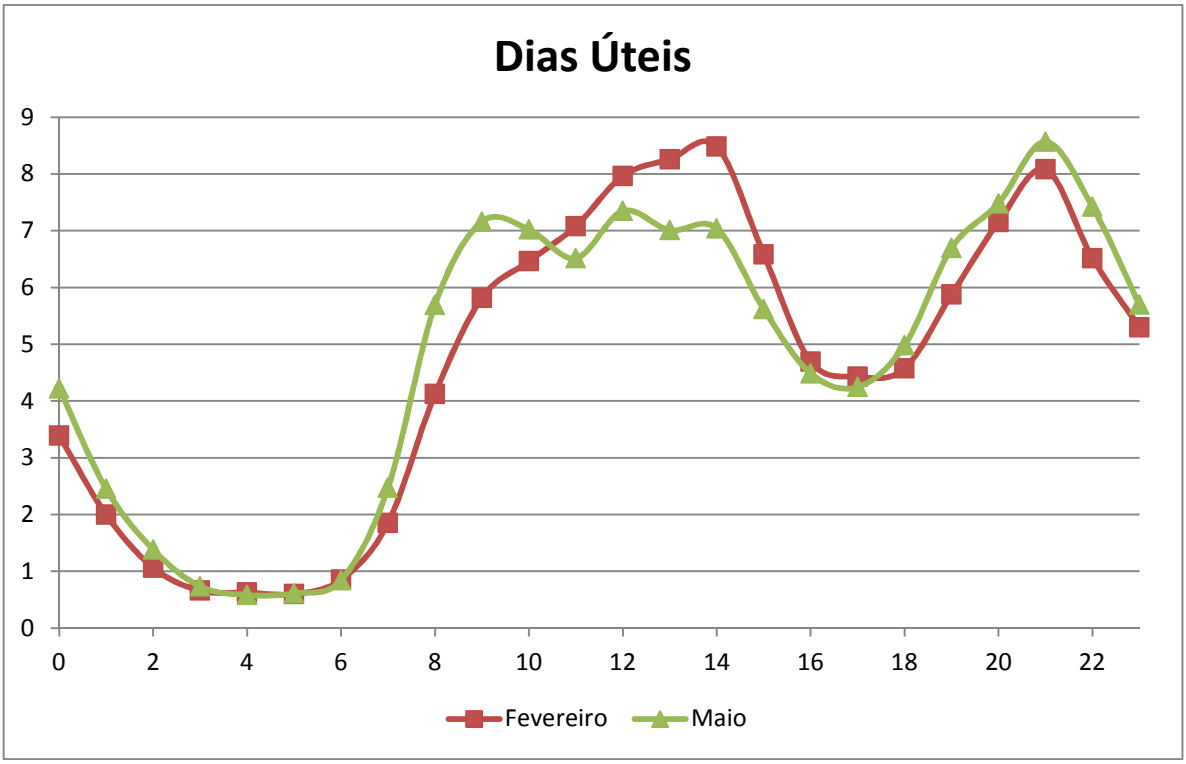


Figura 5.56: Perfis por morador | Média dos dias úteis | Mês Fevereiro e Maio.

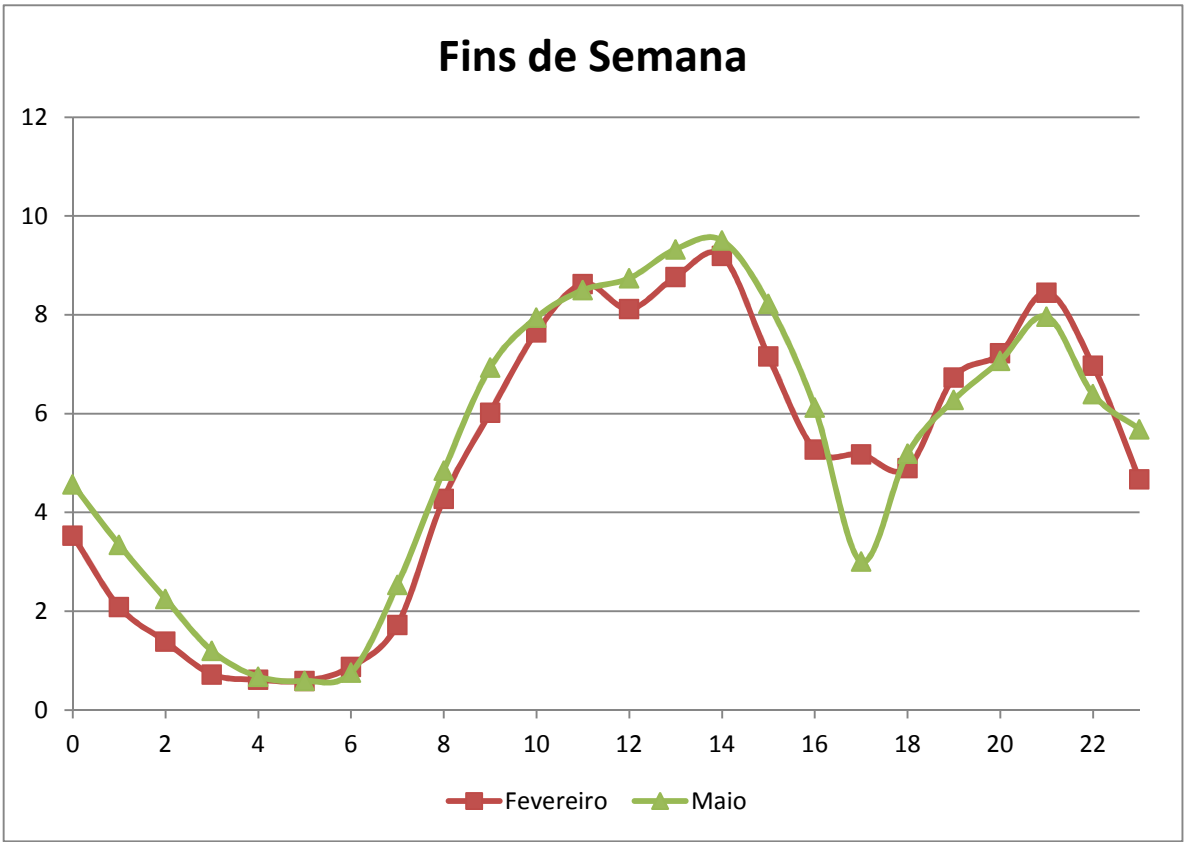


Figura 5.57: Perfis por morador | Média dos dias de fins-de-semana | Mês Fevereiro e Maio.

5.6 PERFIS DE CONSUMO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Faz-se agora a apresentação dos perfis de perdas. Estes são de maior importância pois permitem estimar as perdas reais na rede pública e inferir as perdas aparentes.

Com os dados obtidos na segunda fase de funcionamento do sistema, em Maio, faz-se a comparação entre os consumos totalizados no contador totalizador e a soma de todos os contadores para o mesmo momento temporal. Para melhor leitura, distribuição a informação por dois gráficos, um contendo os dados de 14 de Maio a 21 de Maio, Figura 5.58, e outro os dados de 21 de Maio a 26 de Maio, Figura 5.59. Os valores são apresentados em metros cúbicos por hora.

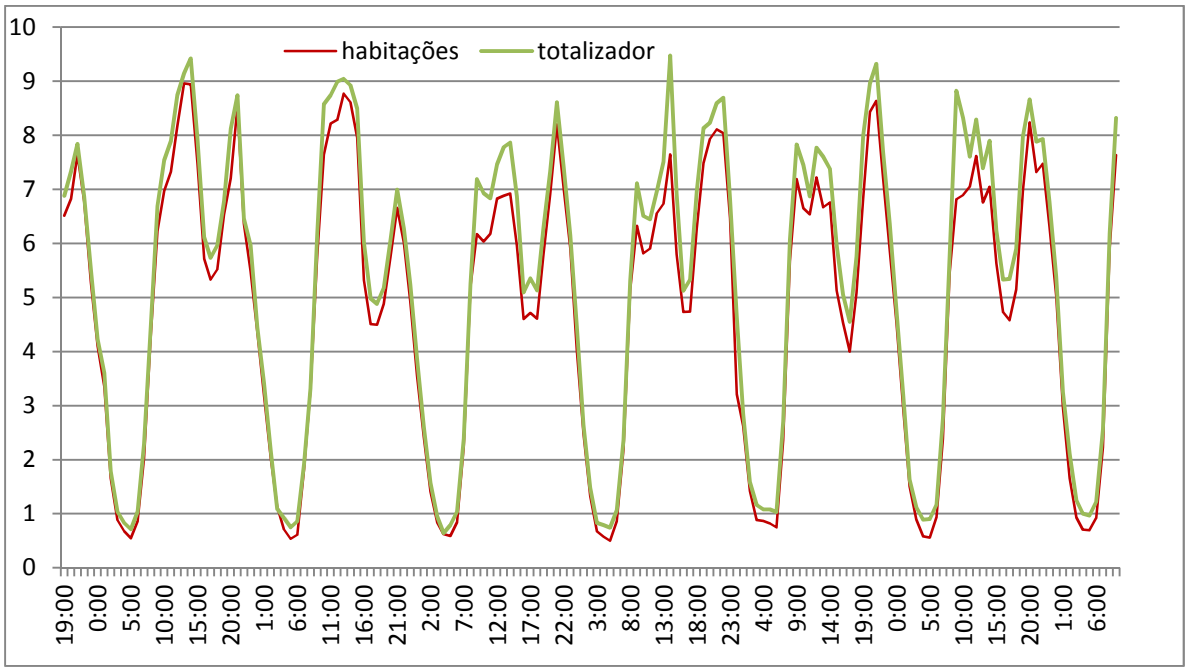


Figura 5.58: Comparação entre caudal no totalizador e somatório de caudais das fracções | 14 a 21 de Maio.

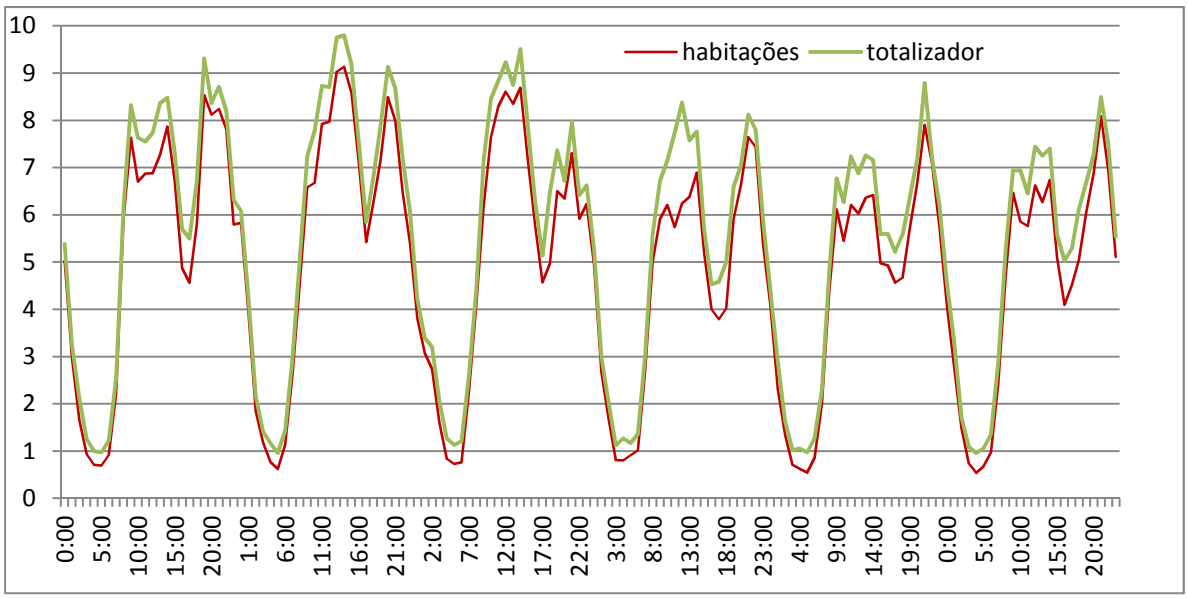


Figura 5.59: Comparação entre caudal no totalizador e somatório de caudais das fracções | 21 a 26 de Maio.

Observa-se facilmente que o caudal no totalizador é sempre superior ao somatório do contabilizado nos contadores das habitações. Também se observam maiores diferenças no período diurno do que no nocturno.

Apresenta-se também num quadro resumo com o valor médio da diferença entre o caudal totalizado e o caudal medido nas habitações, analisando-se três conjuntos de valores. Todos os valores horários para os dias em estudo, todos os valores horários entre as 1:00 e as 7:59 e todos os valores entre as 8:00 e as 00:59. Estes valores estão na tabela em baixo, a Tabela 5.7. Os valores são apresentados em litros.

Tabela 5.7: Diferença entre caudal no totalizador e somatório de caudais das fracções | 14 a 26 de Maio.

Período	0:00-23:59	1:00-7:59	8:00-00:59
média	524	283	621
desvio-padrão	319	113	324
máximo	2137	586	2137
mínimo	9	13	9

Observe-se a grande discrepância entre os valores máximo e mínimos da diferença entre o totalizador e o somatório dos parciais. Os desvios-padrão apontam também uma grande dispersão dos resultados dessa diferença.Durante o período nocturno observa-se uma muito menor flutuação da diferença entre o consumo de água totalizado e o consumo facturado. Note-se o valor de 283 litros/hora obtido para o período nocturno.

Para melhor compreender estas diferenças, apresenta-se de seguida, na Figura 5.60, o perfil de perdas respeitante ao período em análise, 14 a 26 de Maio. Os valores são em metros cúbicos por hora.

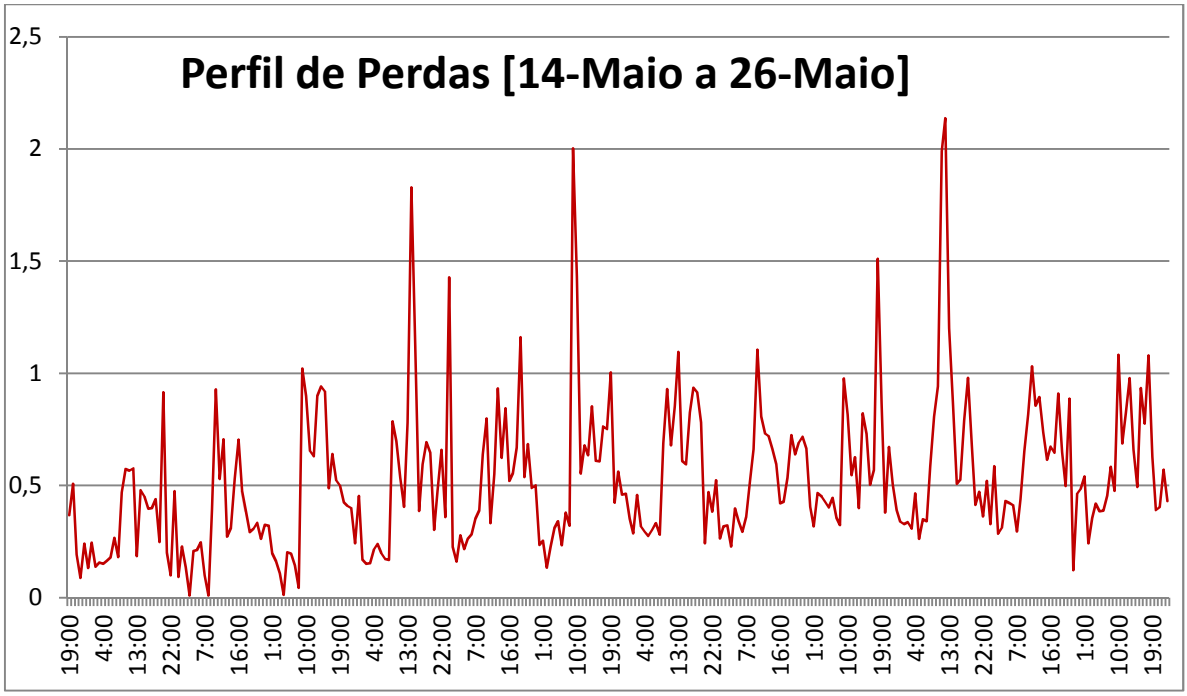


Figura 5.60: Perfil de perdas na rede pública | 14 a 26 de Maio.

O perfil de perdas apresenta um comportamento cíclico, onde. Se observa-se que durante o período diurno o perfil apresenta valores superiores aos do período nocturno. Observam-se também alguns fortes picos de consumo, respeitantes aos período entre as 13:00 ~ 13:59 e 10:00 ~ 10:59.

De forma análoga ao efectuado para as fracções, fez-se a homogeneização destes perfis de perdas em função do dia da semana. Com a construção destes gráficos será então possível inferior um valor para as perdas reais na rede pública.

Apresentam-se de seguida os perfis de perdas referentes ao vários dias úteis, Figura 5.61, aos dias de fim-de-semana, Figura 5.62, e à reunião de dias úteis, fim-de-semana e geral, Figura 5.63.

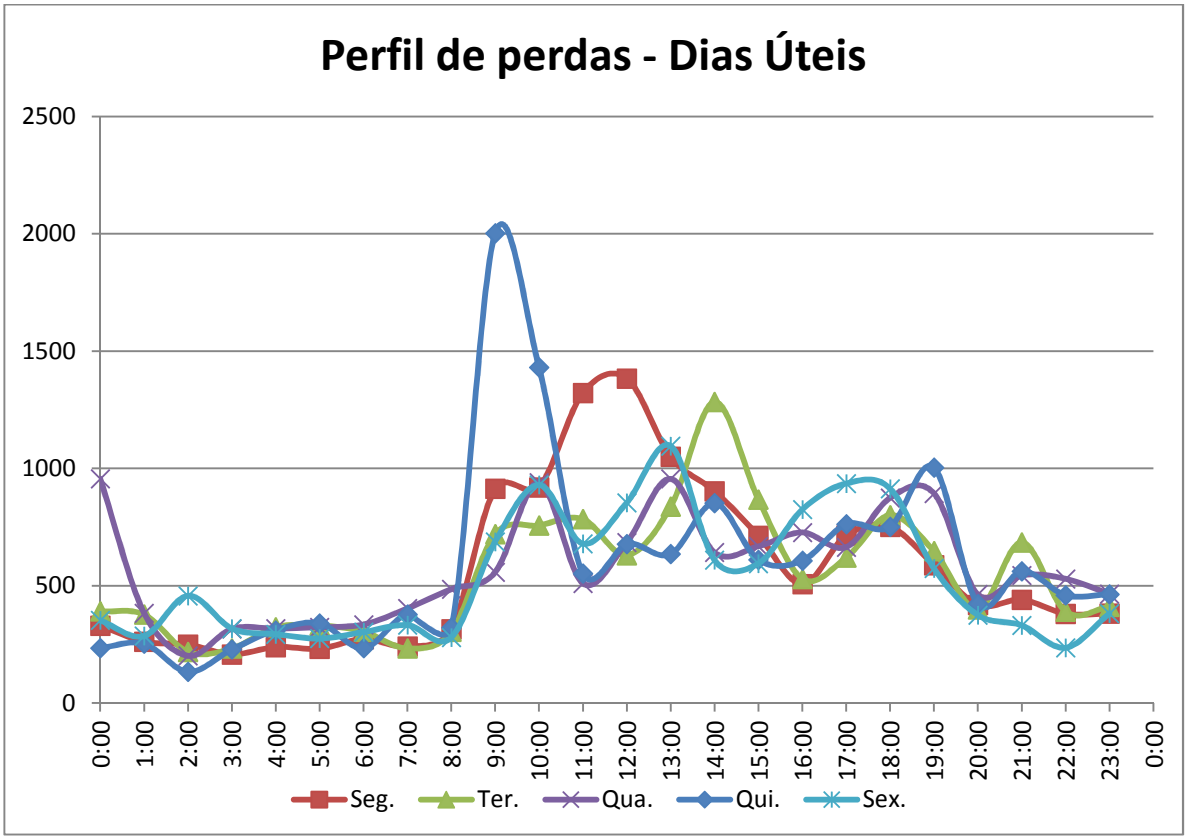


Figura 5.61: Perfil médio de perdas na rede pública nos dias úteis | 14 a 26 de Maio.

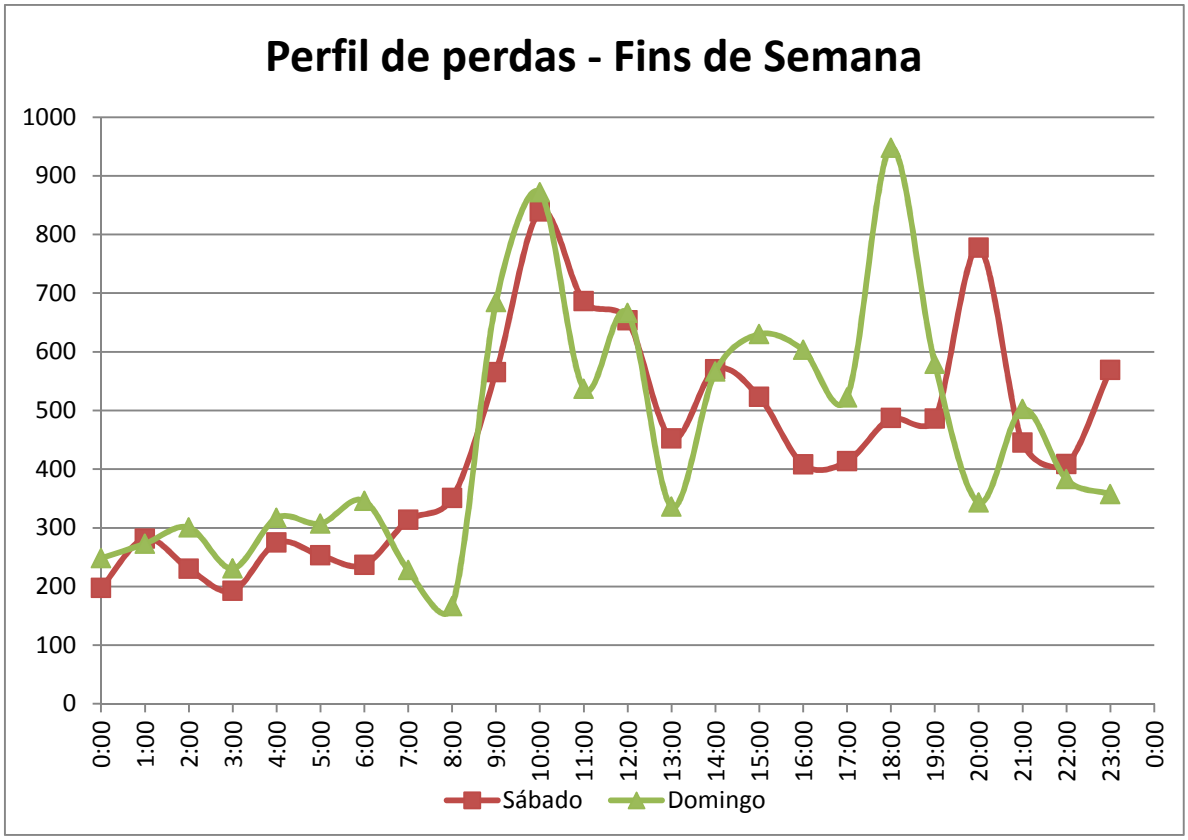


Figura 5.62: Perfil médio de perdas na rede pública nos dias de fim-de-semana | 14 a 26 de Maio.

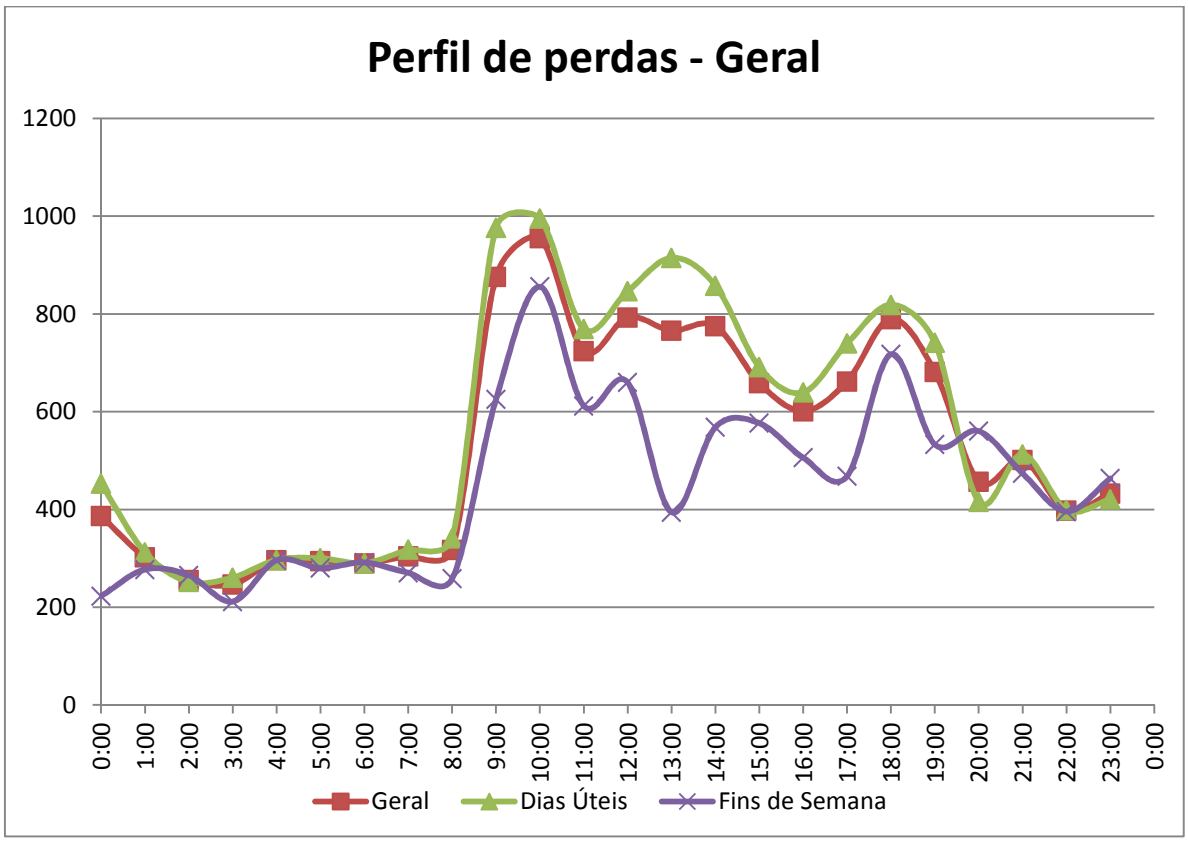


Figura 5.63: Perfil médio de perdas na rede pública - geral | 14 a 26 de Maio.

Observa-se destes gráficos que o perfil de perdas nocturno é muito homogéneo, independentemente do dia da semana, o que leva a supor que essas perdas dirão respeito, na sua grande maioria, a perdas reais na própria rede de distribuição.

Da consideração destes perfis médios obtém-se novo valor estimado para as perdas reais, ou seja, as perdas em horário nocturno. Na tabela 5.8 apresenta-se o valor médio obtido bem como a dispersão de valores respeitantes ás perdas no período das 1:00 até às 7:59.

Tabela 5.8: Valor médio das perdas reais em litros por hora

Período 1:00 - 7:59			
média	dv.padr	máx	mín
284	23	304	247

O valor obtido para as perdas reais através dos perfis médios, 284 litros por hora, não difere do atrás obtido considerando-se os dados em bruto, 283 litros por hora. Repare-se contudo que a metodologia de considerar perfis médios conduz a uma dispersão de resultados muito menor.

Observa-se também que os perfis de perdas no período diurno se assemelham aos perfis de consumo atrás obtidos para as fracções domésticas. Tem-se assim um forte indício de que estão a acontecer consumos ilícitos neste bairro.

Fazendo a subtração do caudal médio de perdas obtido, 284 litros/hora, considerado como constante durante todo o dia, aos perfis de perdas, obtém-se os perfis de perdas aparentes do Bairro de Aldoar. Esses perfis estão representados no Figura 5.64.

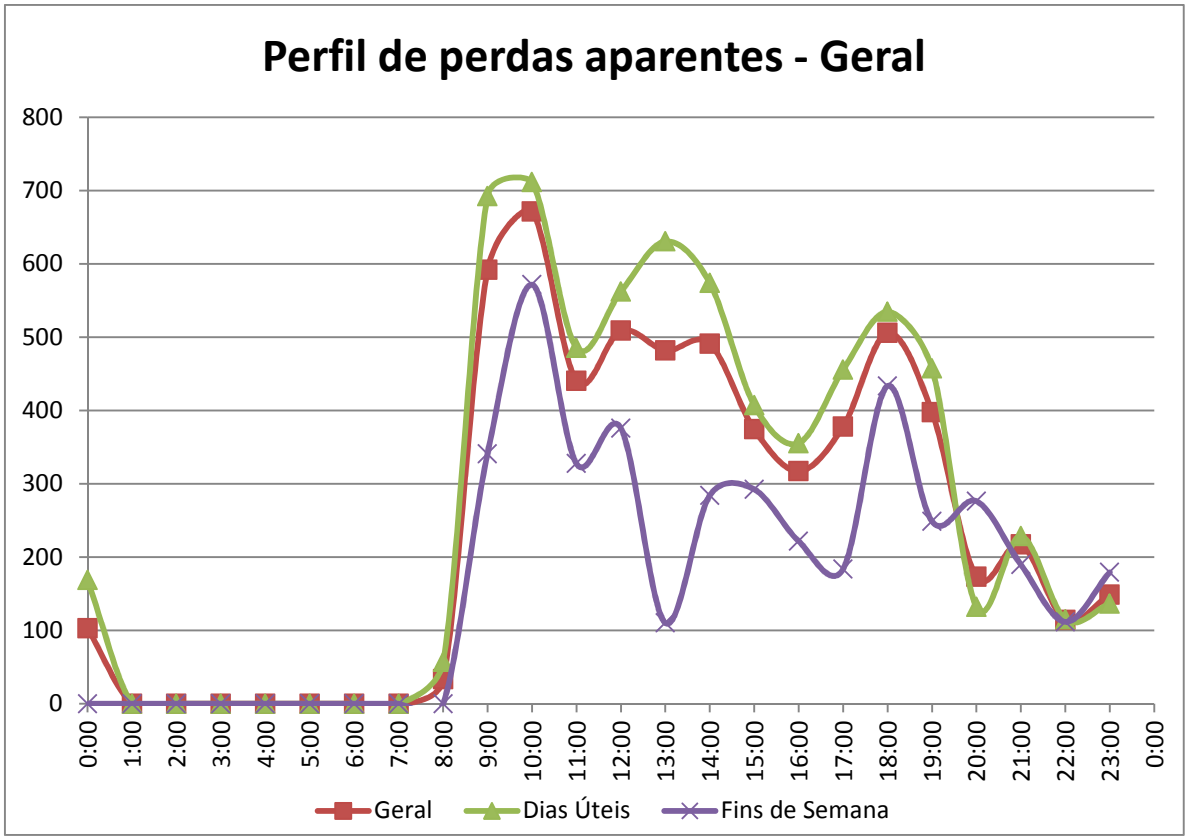


Figura 5.64: Perfil médio de perdas aparentes no Bairro de Aldoar - geral | 14 a 26 de Maio.

5.7 PERFIL DE CONSUMO DE FRACÇÃO COM PERDAS DE ÁGUA

Finaliza-se este capítulo com a apresentação de um perfil de consumo referente a uma instalação particular com perdas de água, explicitando a existência dos problemas do pequenos caudais, assunto referido no capítulo referente aos contadores de água.

Apresenta-se então, na Figura 5.65, o perfil de consumo numa fracção com fugas de água interiores. Refere-se ao contador C09AA54592 entre as 2:00 do dia 21 de Fevereiro e as 2:00 do dia 22 do mesmo mês.

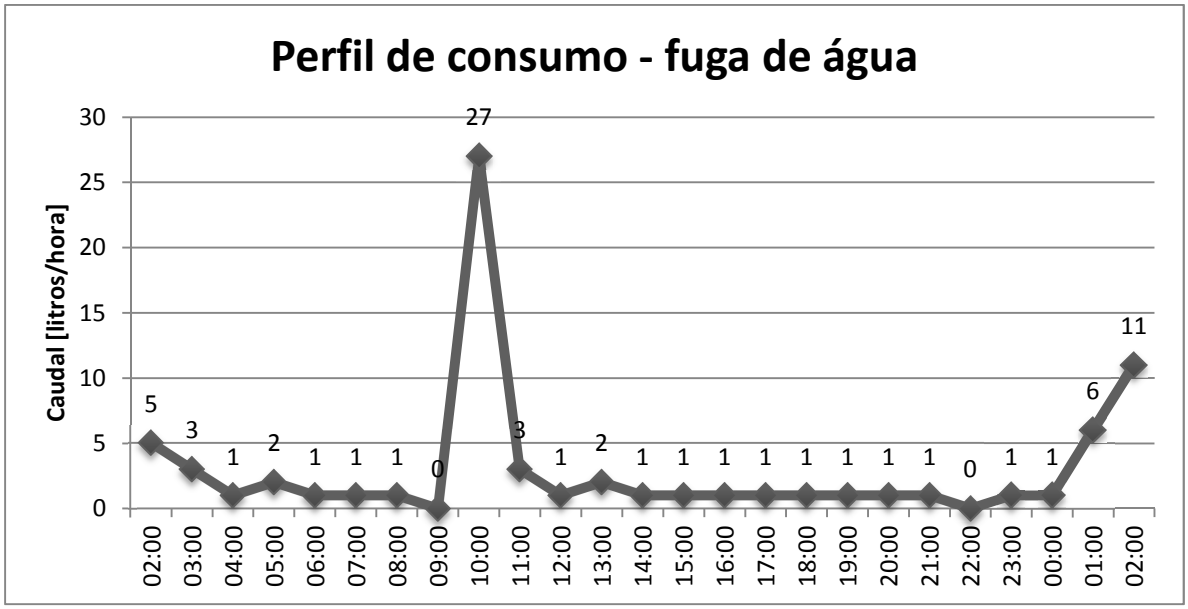


Figura 5.65: Perfil de consumo – fuga de água.

Conforme é visível da imagem, há um caudal mínimo que é contabilizado continuamente com o valor médio de 1 litro por hora. Sabendo-se que nos contadores se apresentam erros muito significativos e que o valor do caudal de arranque do contador – dados do fabricante – é de 2 litros por segundo, estamos na possível presença de forte subfacturação.

6

ANÁLISE SOBRE RESULTADOS OBTIDOS E POTENCIALIDADES DO SISTEMA DE TELEMEDIÇÃO

6.1 PERFIS DE CONSUMO

São vários os factores que influenciam o perfil de consumos de uma habitação. As componentes mais comuns do consumo de água são a utilização para consumo humano, a higiene pessoal, descargas de autoclismos, lavagem de louça e roupa e limpeza da habitação. Outros consumos, associados a edifícios unifamiliares são a rega de jardins e plantas, rega de quintais, lavagem de viaturas e logradouros e o enchimento de piscinas. Estes últimos não fazem parte dos consumos das fracções visto que apenas se estudaram habitações inseridas em edifícios de habitação colectiva.

O tempo meteorológico, conforme histórico de consumos da Águas do Porto, E.E.M., faz implicar um aumento de consumos com um aumento de temperatura do ar. Estudo diversos reunidos por Arbués et al, 2002, referem que a períodos de início e fim de pluviosidade correspondem significativas alterações nos padrões de consumo. Vários estudos procuram correlacionar o clima com os consumos de água. Vários estudos, Protopapas (2000), Maidment e Miaou (1986) reconheceram que a temperatura do ar tem um forte efeito nos consumos de água, com especial ênfase para temperaturas superiores a 25ºC que parecem acentuar o consumo de água. Relativamente à precipitação, se por um lado o início de um período de pluviosidade faz abrandar o consumo de água, com o decorrer dos dias os consumos volta a normalizar nos padrões anteriores. (Maidment e Miaou, 1986)

O tipo e dimensão do agregado familiar afecta igualmente o perfil de consumos. Em famílias com crianças é expectável um maior consumo de água. As crianças são menos cuidadosas no consumo de água, tomam mais banhos e obrigam a lavagens de roupa mais frequentes. No sentido inverso, Nauges, 2000, em habitações com pessoas reformadas os consumos são mais baixos dados os hábitos mais ponderados de uso da água. O rendimento, Arbués et al, 2002, e estrato socioeconómico, Barret, 2009, do agregado familiar implica também diferenças nos perfis de consumo.

A periodicidade da facturação, constante e idêntica neste caso para todos os consumidores, e a estrutura de tarifas podem também fazer variar o perfil de consumo, Arbués et al, 2002, consoante o maior ou menor grau de consciência dos consumidores sobre as tarifas e a relevância financeira do custo da água no orçamento do agregado familiar.

Dadas as características e dimensão da amostra, já referidas anteriormente, podem-se analisar nesta dissertação apenas alguns dos pontos referidos anteriormente, nomeadamente a tipologia da habitação e o número do agregado familiar.

Vários estudos, Höglund, 1999, Pinheiro, 2008, já demonstravam haver economias de escala no uso da água fazendo com que o aumento do consumo não seja proporcional ao aumento do agregado familiar.

É importante referir que o perfil de consumo instantâneo, quando considerada apenas uma fracção, apresenta uma configuração distinta dos perfis obtidos. Em baixo, Figura 6.1, apresenta-se parcela de um perfil obtido por Fonseca e Coelho (2007) para uma residência doméstica. Observe-se então os fortes picos de consumo instantâneos seguidos de momentos de consumo quase nulo.

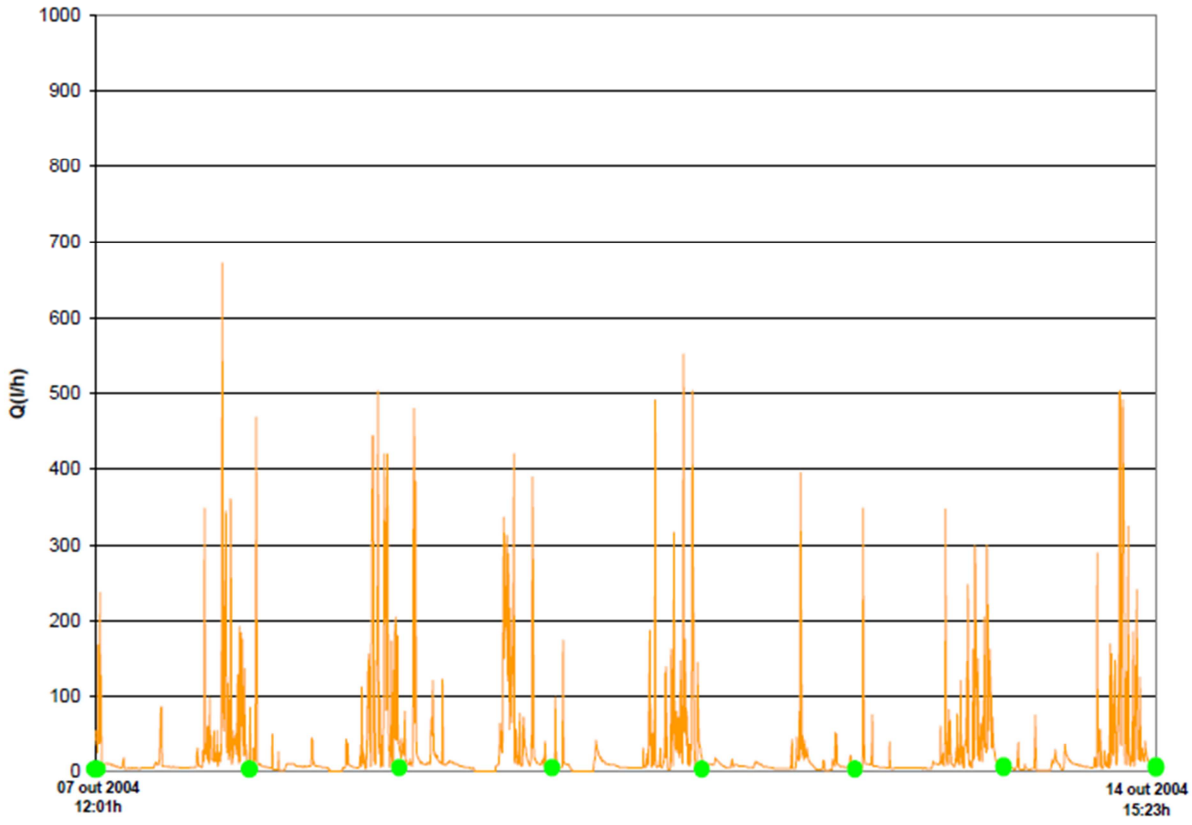


Figura 6.1: Exemplo de um perfil de consumo residencial quasi-instantâneo (Fonseca e Coelho, 2007)

Outra questão pertinente tem a ver com os caudais mínimos facturados. Conforme visto no capítulo 4.6, existem perfis de consumo que substancias perdas de água dentro das fracções. Esta situação é perniciosa tanto para o consumidor como para a entidade gestora.

Como já foi visto, o caudal medido insere-se dentro de uma gama de caudais onde os contadores apresentam erros muito grandes de medição. Considerando-se ainda que pelos dados do fabricante o caudal de arranque é de 2 litros por segundo, quando se apresenta um valor de 1 litro por segundo o contador estará a cometer um erro de medição de 50%.

Os novos contadores que estão a ser instalados pela Águas do Porto E.E.M. têm já um caudal de arranque infeior, 0,5 l/s, e deverão minorar o problema de subfacturação.

A forma disponível à entidade gestora para acabar com estes problemas, quando encontrados, é proceder junto do seu cliente avisando-o que existe uma perda de água na sua fracção. Complementarmente, pode a entidade gestora fazer uma estimativa do custo em que está a incorrer o seu cliente e fornecer um pequeno guia prático para auxiliar na detecção e reparação dessas fugas.

6.2 CAPITAÇÕES

As principais conclusões são as seguintes:

- O consumo médio de referência *per capita* obtido foi de 102 litros/dia em Fevereiro e de 111 litros/dia em Maio.
- Em dias úteis a capitação foi de 102 litros/dia/habitante e de 108 litros/dia habitante em Fevereiro e Maio respectivamente.
- Aos fins-de-semana a capitação foi de 107 litros/dia/habitante e de 119 litros/dia habitante em Fevereiro e Maio respectivamente.
- O consumo nocturno obtido, entre as 3:00 e as 5:59, foi de 0,6 litros/hora/habitante e 3,0 litros/hora/fracção.
- Os maiores consumos *per capita* acontecem em fracções com 1 ou 2 moradores. Encontraram-se capitações médias em dias úteis de 150 litros/dia e 120 litros/dia, respectivamente. Aos fins-de-semana obteve-se 165 litros/dia e 135 litros/dia, respectivamente.
- Os grandes agregados, 5 e 7 moradores demonstraram os menores consumos por morador. Capitações médias em dias úteis de 80 litros/dia e 90 litros/dia, respectivamente. Aos fins-de-semana obteve-se 90 litros/dia e 80 litros/dia, respectivamente.

Corroboram-se as observações de Alegre (1992), que concluiu que as áreas residenciais de maior nível socioeconómico tendem a consumir mais água nos dias úteis do que nos fins-de-semana. Inversamente, em populações economicamente desfavorecidas, identifica-se uma fraca mobilidade de fim-de-semana nesses dias uma concentração das actividades domésticas, que levam ao aumento do consumo de água nesses dias.

Confirmam-se também as conclusões de Barret e Wallace (2009) que apontam para que em habitações em que o número de quartos é inferior ao número de residentes, o consumo *per capita* é mais modesto. Estes autores notam igualmente que o consumo de água *per capita* aumenta com o número de quartos livres.

6.3 PERDAS NA REDE PÚBLICA

Como se viu, os consumos do totalizador ficaram sempre acima do somatório dos contabilizados nos contadores domésticos. Esta diferença diz respeito ao somatório das perdas reais, aparentes e dos consumos lícitos mas não facturados. Esses consumos lícitos não facturados dizem respeito à utilização de água para rega de espaços públicos, limpeza de ruas e uso pelos bombeiros.

Quando não existem perdas aparentes nem consumos lícitos não facturados, as perdas reais na rede são maiores durante o período nocturno, dado que durante esse período a pressão dinâmica na rede é superior. Note-se que a pressão é inversamente proporcional ao caudal, ou de outra forma, quanto maior o caudal na rede, maiores as perdas de carga a subtrair à pressão estática.

Analisando então os dados pode-se concluir o seguinte:

- Há um caudal médio de 284 litros por hora em perdas, considerando que não há perdas aparentes nem consumos não facturados no período nocturno.
- O perfil de perdas aparentes apresentado é semelhante ao perfil tipo obtido para os consumos domésticos no bairro, o que pressupõe a existência de consumos ilícitos em habitações do bairro.
- Dos 621 litros por hora em perdas durante o período diurno, subtraindo as hipotéticas perdas reais consideradas constantes em 284 l/h, resultam 337 litros por hora em perdas aparentes e consumo não facturados. Este caudal totaliza 74,4 m^3 em perdas aparentes e consumos não facturados para o período em análise, 13 dias.
- As perdas reais totalizam um volume de 88,6 m^3 durante o período da análise, 13 dias.

Através da comparação do perfil de perdas aparentes obtido com o perfil de consumo obtido para as habitações do bairro, pode-se tentar aferir em quantas fracções estão a ocorrer consumos ilícitos. Nas tabelas 6.1 e 6.2, em baixo, representa-se a divisão do volume horário do perfil de perdas pelo consumo horário para uma fracção tipo.

Tabela 6.1: rácio entre volume horário do perfil de perdas e consumo horário numa fracção tipo | 08:00~15:00

Período	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Geral	2,4	31,8	35,6	22,7	24,5	23,0	22,9	21,2
Dias Úteis	3,9	36,6	39,6	27,1	28,7	32,7	29,2	25,9
Fins de Semana	0,0	19,2	27,2	14,3	15,9	4,4	11,0	13,0

Tabela 6.2: rácio entre volume horário do perfil de perdas e consumo horário numa fracção tipo | 16:00~23:00

Período	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Geral	22,7	30,3	36,0	21,4	8,4	9,5	5,7	9,1
Dias Úteis	27,9	38,1	38,9	24,3	6,3	9,8	5,5	8,3
Fins de Semana	13,0	13,4	29,1	13,9	13,9	8,7	6,4	11,2

Na tabela 6.3 apresenta-se o valor médio obtido para cada uma das situações, considerando o período das 9:00 às 19:00, espaço de tempo onde os rácios são mais homogéneos.

Tabela 6.3: rácio entre volume horário do perfil de perdas e consumo horário numa fracção tipo | valores médios

Dias	Geral	Dias Úteis	Fins de Semana
média	26,6	31,7	15,8

Apesar de o perfil de perdas diário ser semelhante em forma com o perfil de consumo das habitações, não o é na distribiução diário de consumos. Observa-se um rácio muito inferior aos dias de fim-de-semana o que significa consumo ilícitos inferiores nestes dias.

Uma análise superficial aos dados indicaria a existência de 20 a 30 fracções com consumos ilícitos. Deve-se contudo atender a que a facturação da água é um instrumento de moderação de consumos e que, nas ligações ilícitas, o consumo de água por ligação ser muito superior às ligações com consumos facturados. Posto isto, é feita no sub-capítulo seguinte uma discussão sobre as políticas tarifárias e o seu impacto na regulação de consumos.

As ligações ilícitas podem dizer respeito a habitações sem consumo, já referidas e listadas em anexo, ou referentes a ocupações ilegais de casas onde o abastecimento de água terá de ser feito ilicitamente.

Note-se por último que um caudal de 3~4 l/h não medido nos contadores domésticos, quando multiplicado por dezenas de contadores, pode aparecer num tratamento estatístico como o desta dissertação mascarado como uma perda de água em condutas públicas. A entidade gestora deve então ter sempre em atenção o caudal de arranque dos contadores instalados sob pena de esvaziar de aplicabilidade a ferramenta de controlo por telemetria que criou e que apresenta sempre custos elevados de instalação.

6.4 POLÍTICAS TARIFÁRIAS

A tarifa é em primeira instância a forma da entidade fornecedora do abastecimento de água cobrar ao consumidor pelo serviço prestado. A estruturação da tarifa pode ser também uma forma de modelar o comportamento dos consumidores.

Sendo o consumo de água flutuante ao longo do ano, por razões meteorológicas, da semana, do dia ou da hora do dia, a elaboração de tarifas de pico pode ser usada para promover a poupança e eficiência do consumo e distribuição de água. Os sistemas de telemetria surgem então como uma ferramenta, não só para o estudo do comportamento dos consumidores, mas também para a facturação parcelar dos consumos por períodos de tempo pré-determinados.

Importa então aferir o possível contributo da telemetria para a modelação dos padrões de consumo domésticos e quais os benefícios dessa modelação e em que sentido deve ser feita.

A grande utilidade dos dados de consumo horário são permitir estudar a viabilidade de aplicação de tarifas bi-horárias ou multi-horárias onde o consumo de água tem custo diferente para o utilizador em função da hora do dia em que o consumo ocorra. Assim, seria oferecido consumidor a possibilidade de consumir água durante as horas de menor consumo a uma tarifa inferior.

Desta forma reduzir-se-iam os consumos de pico na rede pública obtendo-se as seguintes vantagens:

- Menos caudal a fornecer em consumo de ponta, reduzindo os custos de energia eléctrica em sistemas de abastecimento por bombagem. Note-se que a rede de distribuição em baixa da cidade do Porto está actualmente concebida para funcionar, em condições normais, totalmente por gravidade.
- Aumento da vida útil dos reservatórios, em termos de volume de armazenamento, nos sistemas de distribuição em baixa por gravidade face ao expectável crescimento da população que é estatisticamente também acompanhado do crescimento da capitação por habitação.
- Como a pressão na rede é função do caudal em movimento, a homogeneização do perfil de consumos leva à homogeneização do perfil de pressões. Assim, as pressões mínimas, durante os picos de consumo, seriam superiores e as pressões máximas, durante a noite, seriam inferiores, o que leva à diminuição do surgimentos de fugas de água em condutas.
- Melhor planeamento e dimensionamento em novas redes e na expansão das redes existentes.

Acrescente-se que podem-se construir tarifas com diferenciamento sazonal, diário ou por períodos do dia, usualmente nocturno/diurno.

A concepção das tarifas é uma tarefa complexa. A definição do preço visa alcançar a máxima eficiência alocativa sem descurar princípios de equidade, saúde pública, eficiência ambiental, estabilidade financeira, simplicidade, aceitação pública e transparência. (OCDE, 1987)

A eficiência alocativa consiste na alocação de recursos de forma a que estes sejam distribuídos ou alocados da melhor forma possível sendo que os diferentes recursos - pessoas, materiais, equipamentos e tecnologias - devem ser combinados de maneira a maximizar o resultado ou produto pretendido evitando constrangimentos e desperdícios.

Neste contexto, é usual optar-se por tarifas que conjugam elementos fixos e variáveis. A parte fixa diz respeito ao acesso ao serviço e a parte variável ao consumo do bem. A parte variável pode ser estruturada de forma não variável quando o consumo é facturado por blocos, sendo a tarifa constituída por uma sequência de preços marginais para diferentes escalões ou blocos de consumo. (Arbués et al, 2002). Segundo Bennet (2005), a medição do volume de água cria um forte incentivo para um uso sustentável e eficiente da água e é um pré-requisito para a aplicação de políticas tarifárias.

A tarifa pode apresentar preço crescente por bloco de consumo, caso da tarifa aplicada pela Águas do Porto, E.E.M., ou decrescente, quando o contrário acontece.

De acordo com Rampsey (1927) se cada bloco representa um diferente serviço e é expectável que a procura é mais inelástica no primeiro bloco do que nos últimos, caso da água, um bem de primeira necessidade, o preço óptimo é atingido colocando preços mais elevados para o primeiro bloco. As tarifas decrescentes serão portanto mais eficientes na cobrança dos consumos de água. Este esquema promove no entanto o consumo abusivo de água dado que as unidades seguintes de facturação tornam-se sucessivamente mais baratas.

As tarifas crescentes são consideradas mais equitativas, Maddock (1991), e podem igualmente ser usadas para incentivar a poupança ou aumentar a geração de lucros para a entidade gestora. No entanto, este sistema tarifário pode também levar a situações de não equidade, como é o caso de habitações com grandes agregados familiares, situação usual em populações mais pobres. As tarifas crescentes podem também afectar negativamente pessoas que, por razões de saúde, necessitam de maiores consumos de água. (Arbués et al, 2002)

A facturação por picos de consumo é considera como justa considerando que quem consome no período de pico deve ser responsável pelos custos de sobredimensionamento do sistema de distribuição, adução e depósitos, sendo apenas de repartição por todos os consumidores os custos de operação e manutenção das redes de distribuição. (Munasinghe, 1992)

Outras formas de tarifa, agora em desuso, passam por tarifas planas que podem ou não variar em função do tipo e dimensão da habitação, da dimensão do agregado familiar, ou da existência ou não de piscinas. Esta estrutura de tarifa tem como vantagem a sua simplicidade de aplicação, e como inconveniente a dificuldade no controlo de consumos de água uma vez que não se correlaciona o valor facturado ao consumidor com o volume efectivamente consumido.

Relativamente ao consumo, Stevens *et al* (1992) observou que usando como variável o preço médio, a elasticidade do consumo de água não era significativamente afectada pela escolha de tarifas uniformes, crescentes ou decrescentes.

Refira-se também que a procura de água apresenta características inelástica não só por ser um bem de primeira necessidade, mas também devido ao valor da factura da água ser um encargo não

significativo no orçamento familiar não havendo, por parte dos consumidores, a percepção da estrutura estratificada da tarifa. (Arbués *et al*, 2002)

A procura é inelástica essencialmente quando a água é usada para beber, cozinhar ou para higiene pessoal. Contudo, Espiñeira (2004) também observa que o consume de água apresenta diferentes graus de elasticidade consoante o tipo de uso e consoante o escalão tarifário. A curva elasticidade pode ser elástica em determinadas amplitudes de consumo e perfeitamente inelástica noutras. Esta consideração teórica vem de acordo com o senso comum de que determinados consumos de água podem ser melhor programados e mais comedidos.

Verifica-se não haver resposta imediata à variação dos preços, podendo-se explicar essa inércia à mudança dos hábitos de consumo com o facto de grande parte do consumo doméstico acontecer em actividades de limpeza – roupa, louça, higiene pessoal, sendo esses hábitos difíceis de mudar.

Curiosamente, há uma maior reacção dos consumidores quando estes são alvo de mais do que um aumento de tarifa por ano. (Espiñeira, 2004)

Outra questão prende-se com a periodicidade a que é feita a facturação aos consumidores. Estudos referem, Arbués *et al*, 2002, Stevens et al, 1992, que os consumidores que são alvo de cobrança frequente são mais conscientes da estrutura tarifária e são mais propensos a alterar os seus hábitos de consumo. No sentido contrário, facturação pouco frequente conduz a facturas de valores mais elevados, provocando efeito de choque nos consumidores.

Apesar das conclusões já apresentadas de Stevens *et al*, 1992, têm sido vários esforços aplicação de campanhas de racionalização de consumo de água. Barret e Wallace, 2009, estudam a aplicabilidade de diferentes estratégias de marketing consoante a o tipo de agregado familiar. Concluem contudo que os consumos *per capita* mais elevados se devem não a hábitos desleixados mas a falta de eficiência de utilização de recursos em agregados de pequena dimensão, não havendo portanto proveito na segmentação e individualização das campanhas de sensibilização para a redução do consumo doméstico de água.

Há também evidências de que a agregados familiares com maiores rendimentos correspondem consumos *per capita* superiores, pelo que o simples aumento das tarifas poderá não ter peso na redução dos consumos *per capita* mais elevados. (Barret e Wallace, 2009)

Em Espanha, Espiñeira (2009) obteve como valor mínimo referente à procura inelástica uma capitação mensal de 3 m^3 *per capita*. Como se viu anteriormente, os consumos médios por pessoa no Bairro de Aldoar variam entre os 2,3 em Fevereiro para habitações com 5 habitantes e os 4,6 m^3 em Maio para habitações com 1 habitante, com um consumo médio por habitante entre os 3,0 m^3 em Fevereiro e os 3,1 m^3 em Maio, quando considerando todos os habitantes do bairro.

Conclui-se facilmente que estes valores estão muito próximos, sendo em alguns casos até inferiores, aos valores mínimos de referência obtidos em Espanha, pelo que não fará sentido aplicar aos moradores deste bairro campanhas de sensibilização ou programação de tarifas que visem a redução dos consumos de água, dado já estarem no limiar mínimo de consumo.

Nesta situação, a diminuição dos consumos de pico poderá apenas acontecer através do uso de equipamentos com reduzido consumo de água – autoclismos, máquinas de lavar. (Espiñeira, 2009)

Note-se por fim que a determinação e aplicação dessas tarifas obriga às seguintes considerações:

- Quantificação do benefício económico no controlo de perdas na rede pública, na energia eléctrica utilizada pelas estações sobrepressoras da rede pública e em custos de ampliação de estações sobrepressoras e de reservatórios de águas.
- Quantificação do custo do sistema de obtenção e tratamento de informação. Deve-se considerar para além do custo do sistema de telemetria, todo o custo de backoffice com equipamentos e pessoal afecto à recolha, armazenamento e tratamento da informação.
- Quantificação do benefício económico com a diminuição de reservatórios particulares e respectivas estações hidropressoras em edifícios de pequena altura por aumento da pressão dinâmica na rede pública.
- Quantificação do número de consumidores que terão desejo em aderir a um programa de tarifas desta natureza e quantificação do volume de água efectivamente retirado aos picos de consumo actualmente registados.

Note-se ainda que no que aos reservatórios particulares de água para abastecimento diz respeito, para além de ser difícil quantificar os benefícios, estes ocorrem apenas no âmbito estrito dos consumidores. A redução no número destes reservatórios particulares conduziria inclusivamente ao aumento de consumo directo da rede pública durante os picos de consumo, dado que os reservatórios particulares amortecem os picos de consumo na rede pública, prejudicando o funcionamento da rede pertença da entidade gestora.

Esta temática, pela sua abrangência e profundidade, não poderá ser objecto de análise nesta dissertação, limitando-se o autor a abrir caminho para o seu estudo pelo despertar do interesse e do sentido da oportunidade do estudo das tarifas por regimes horários para consumidores do tipo habitacional.

6.5 FUTURO DE GESTÃO DAS REDES

O desenvolvimento tecnológico permitiu o aparecimento a custos acessíveis de uma panóplia de sistemas de telemetria especificamente direccionados para a gestão de redes, quer a nível operacional, no controlo do funcionamento e na detecção de anomalias, quer a nível de facturação, através da telemedição. A recolha dos dados é seguida de um conjunto alargado de operações, que envolvem sistemas informáticos de grande complexidade, necessárias ao adequado funcionamento do sistema, nomeadamente, a validação dos dados obtidos e a aplicação de perfis de consumo e perfis de perdas nas redes. (ERSE, 2007)

No entanto, os actuais sistemas e operadores desses sistemas não estão preparados para lidar com todas as novas funcionalidades nem com a muito superior quantidade de informação. Surge da necessidade de actualização dos programas de gestão das redes o novo paradigma operacional para as entidades gestoras.

No que aos sistemas de telemedição diz respeito, as questões mais prementes prendem-se não com a implantação técnica dos sistemas, mas com a operacionalidade das redes.

Para reduzir problemas de implantação e gestão nas entidades gestoras e para reduzir o impacto negativo junto dos consumidores causado pelo grande controlo sobre os seus consumos, existe a possibilidade, já em funcionamento na Holanda, de se criar um sistema de operadores de telemetria

que fiquem responsabilizados pelas medições e que são contratados directamente pelos consumidores dos serviços. (van Gerwen, 2006)

Para tal, o acesso à informação dos dados dos contadores assume uma importância fundamental na promoção da transparência e da concorrência de um possível mercado liberalizado. Neste cenário, seria responsabilidade dos operadores dos sistemas de telemetria a aquisição e disponibilização de dados às restantes entidades do sistema.

Há contudo desvantagens na implantação deste modelo. Por se criar um mercado liberalizado onde os consumidores podem escolher qual a empresa responsável pelas leituras dos consumos, surgem custos administrativos sempre que há mudança de operadores, para além da necessidade de fiscalizar a operação das empresas de medição. (van Bruchem, 2006). A falta de protocolos normalizados e o consequente funcionamento, em simultâneo em determinada área, de sistemas com diferentes protocolos de comunicação implica também sobrecustos com a administração das redes.

Para fazer face a estes problemas poderá ser mais vantajoso economicamente um mercado regulado a um mercado livre. Estima-se, na Holanda, que a mudança dum mercado livre para um mercado regulado resulte numa poupança de 25 milhões de euros por ano. (EnergieNed.nl, 2010)

Em Portugal não existe, neste momento, legislação específica para estes serviços, quando aplicados à medição de água. Já existe no entanto legislação para o sector da energia eléctrica e gás, através dos Decreto-Lei n.º 172/2006, de 23 de Agosto, e Decreto-Lei n.º 140/2006, de 26 de Julho, que se referem ao mercado da energia eléctrica e gás, respectivamente. Estes diplomas visam a criação de um operador logístico de mudança de comercializador, sendo este responsável pela gestão do processo de mudança de comercializador e pelas actividades associadas à gestão dos equipamentos de medição e sua leitura.

Outras perspectivas há, caso da ENEL (2007), empresa italiana que tem em Itália um parque instalado de 30 milhões de contadores domésticos de energia eléctrica, que defendem que o eficaz funcionamento de um sistema de telemedição obriga à concessão do contador e do sistema de telemetria à empresa fornecedora do serviço (ENEL, 2007). Em alternativa, a mesma empresa refere que se poderá optar por um sistema liberalizado desde que se faça imposição de normas de funcionamento para os sistemas de telemedição, garantindo assim a inter-operacionalidade entre diferentes sistemas.

Para fazer face a este problema surge o protocolo M-Bus criado dentro do âmbito da EU, através da norma atrás já referida. O interface M-Bus foi feito para comunicar através de dois fios. A norma M-Bus define também uma variante, Wireless M-Bus, para funcionar em comunicação sem fios, e poderá ser a solução para aplicação abrangente de sistemas de medição pelas várias entidades gestoras de águas e empresas distribuidoras de outras *utilities*.

Por outro lado, para tornar a telemedição mais atractiva em termos de exploração financeira, pondera-se a interligação dos contadores das várias utilities no mesmo sistema de medição. Nessa perspectiva, van Bruchem (2006) refere que, para serem de exploração rentável, a telemedição terá que englobar a medição de vários sistemas. Surge como vantagem para o consumidor a facilidade de escolher a empresa fornecedora do sistema de telemetria, e, para as empresas distribuidoras, a vantagem de não terem custos na implantação, gestão e manutenção dos respectivos sistemas de medição.

Nesse propósito, e no âmbito da telemetria aplicada aos contadores eléctricos, foi efectuada em Portugal pela ERSE uma consulta pública sobre o plano de substituição e funcionalidades mínimas dos contadores para o segmento dos clientes domésticos e pequenas empresas onde se ponderava a possibilidade de tratamento conjunto, por telemetria, da medição dos consumos de água e gás para estes clientes. Foram já promovidas iniciativas comerciais para a implantação a nível nacional dum sistema de telemetria independente, com funcionamento análogo à rede Multibanco. Note-se que um dos promotores desta iniciativa foi inclusivamente a actual gestora da rede Multibanco em Portugal. (ambienteonline.pt, 2010)

Eventualmente, a maior dificuldade na implementação deste sistema conjunto será o entendimento entre as entidades que actuam nos três sectores e a definição da propriedade do sistema integrado. (Janz, 2007). O mesmo problema foi também identificado pela ERSE na conclusão da consulta pública ao referir que no caso de se optar por sistemas de telemedição conjunta entre várias utilities, água, electricidade, gás, calor, será também necessário esclarecer de que forma é que os contadores de cada uma das restantes infra-estruturas comunicam com o contador de electricidade (ERSE, 2007).

A solução passará eventualmente pela utilização da mesma rede de transmissão de dados, mas utilizando cada entidade o seu sistema de gestão de dados. (Janz, 2007) É fácil no entanto perspectivar problemas técnicos na operação de tal sistema bem como a redução da economia de escala provocada pelo multiplicar de plataformas de gestão.

Por outro lado, toda esta informação recolhida aos consumidores, para além de abrir novas portas no relacionamento entre consumidores e fornecedoras de serviços, faz surgir novos problemas sobre a posse e tratamento desses dados. No relatório da ERSE (2007) sobre a implantação de sistemas de telemedição era já referido que a informação sobre consumos deve ser considerada como sendo propriedade do cliente, atendendo contudo a que, para o correcto funcionamento do sistema de telemetria, os dados recolhidos pelo contador sejam utilizados por outros agentes, nomeadamente operadores de redes, comercializadores e, se aplicável à distribuição de água, à entidade responsável pela gestão do processo de mudança de comercializador.

Noutra perspectiva, o aumento de complexidade dos sistemas e das estruturas tarifárias poderá causar desconfiança nos consumidores. A DECO (2007) alerta de que se torna necessário que as novas funcionalidades dos contadores possibilitem a informação clara, em linguagem comum e a acessível a todos, independentemente da sua classe social ou nível de habilitações.

Realce ainda, no que ao estudo ou aplicação de estruturas tarifárias segmentadas ou sociais diz respeito, que as entidades gestoras não podem obrigar os clientes particulares a revelar informações relativas aos seus hábitos de consumo ou número e característica do agregado familiar residente. Sendo assim, os estudos terão de ser feitos através de dados recolhidos em sistemas piloto, como o desta dissertação, e depois aplicados à generalidade dos consumidores. Quaisquer estudos ou projectos-piloto que visem estudar o comportamento dos consumidores devem então acontecer sempre com a total aprovação dos últimos.

No âmbito técnico, as conclusões alcançadas, se bem que adaptadas das obtidas para os contadores de electricidade, apontam para a adopção de contadores com capacidade bidireccional que permitam medição mais detalhada, a parametrização o controlo remoto dos contadores. Pretende-se assim oferecer funcionalidades avançadas não só para a facturação e controlo da rede, mas também para o benefício dos consumidores que podem assim escolher quais as opções tarifárias que lhe são mais

favoráveis. (ERSE 2007) Estas funcionalidades são também designadas de Automatic Meter Management, AMM.

7

CONCLUSÃO

A telemedição, para além das vantagens económicas ao nível da exploração comercial, abre simultaneamente novos caminhos para o controlo dos consumos particulares e para a monitorização dos sistemas de distribuição de água.

Por comparação entre o totalizado na micromedição – contadores particulares – e o obtido na macromedição – contadores da rede de distribuição – é agora possível monitorizar em tempo quase real o comportamento das redes de distribuição e analisar pontos notáveis que revelem perdas de água ou consumos ilícitos.

Com os sistemas instalados no Bairro de Aldoar foi possível identificar um caudal nocturno de perdas na rede de distribuição de 283 litros/hora para o bairro, o que representa uma perda diária aproximada de 6,8 m^3 por dia.

Foram também construídos perfis de consumo, nos contadores particulares, e perfis de perdas, para a rede de distribiução. Observou-se que o perfil de perdas de água durante o período diurno apresentava uma forma análoga aos perfis de consumo, relevando-se a existência de fracções habitacionais sem consumos facturados neste bairro. O valor total desses consumos ilícitos foi estimado em 5,7 m^3 por dia.

Mostrou-se não haver uma relação directamente proporcional entre o número de habitantes de uma fracção e o consumo médio dos habitantes. Os maiores consumidores foram as fracções com poucos habitantes. Verificou-se também que o aumento do consumo não é directamente proporcional com o aumento do número de quartos das habitações. Conclui-se que há um melhor aproveitamento do consumo de água nas habitações onde residem agregados familiares de maior dimensão. O consumo médio per-capita obtido no bairro foi de aproximadamente 105 litros/habitante.

Tal como já pervisto na bibliografia consultada, sendo o bairro constituido por pessoas de baixo rendimento económico, os consumo aos fins-de-semana foram superiores aos consumos dos dias úteis. Registou-se um aumento médio de 5% em Fevereiro e de 10% em Maio. De Fevereiro para Maio os consumos médios tiveram um aumento de 9%.

O conhecimento dos perfis de consumo permite uma escolha mais rigorosa dos contadores, conduzindo à diminuição de situações de subfacturação. Permite ainda dados mais precisos que auxiliarão no dimensionamento das novas redes e equipamentos das entidades gestoras. É também a base de trabalho para o estabelecimento de novas políticas tarifárias.

A monitorização por telemetria dos contadores particulares permite também a redução das fugas e perdas de água em zonas privadas. Facilita a identificação e conseguinte redução dos consumos ilícitos e permite a redução de fugas de água, que pelo caudal reduzido, são objecto de subcontagem.

A telemedição permite igualmente uma relação mais aberta e transparente entre as entidades gestoras e os clientes através da facturação precisa, da adopção de novas políticas tarifárias e da informação aos consumidores sobre eventuais fugas ou rupturas nas redes prediais.

Note-se ainda que sendo a água potável um bem de primeira necessidade, se verifica haver pouca elasticidade na relação de procura-consumo pelo que existirão sempre valores mínimos de consumo de água, independentemente do custo da tarifa. No caso em estudo, as capitações obtidas estão já nos mínimos de consumo previstos pela bibliografia, 3,0 m^3 por habitante por mês. Não é portanto de expectar redução nos consumos neste bairro no caso de serem implementados novos planos tarifários que visem esse objectivo.

Num futuro próximo é expectável que a telemetria aplicada aos contadores domésticos veja as suas funcionalidades aumentadas permitindo a gestão e operação à distância destes equipamentos. Abre-se assim caminho para a implementação de estruturas tarifárias mais detalhadas que induzam os consumidores domésticos a modificar os hábitos de consumo. Essas tarifas podem ser estruturadas de forma a diferenciar consumos por sazonalidade, dia da semana e/ou período do dia.

Afigura-se então que do acumular de informação e do consequente aumento da complexidade dos sistemas, surgirão novos paradigmas para a gestão comercial e operacional das redes distribuição e do parque de contadores que modificarão a forma e o modelo de relacionamento entre as entidades gestoras e os seus clientes.

BIBLIOGRAFIA

A

Alegre, H., Coelho, S. (1998). *Princípios Relevantes para a Eficiente Gestão Técnica de Sistemas de Abastecimento de Água*. Barcelos.

Alegre, H., Coelho, S., Almeida, M. (2005). *Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição. Guia Técnico 3*. LNEC, Instituto da Água, IRAR

Allender, H. (1996). *Determining the Economical Optimum Life of Residential Water Meters. Water Engineering & Management*, Setembro 1996

Alves, W. (1999). Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília.

Alves, W., Costa, A., Gomes, J. (1999). *Macromedição (Versão Preliminar)*. Documentos Técnicos de Apoio. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília.

Arbués, F., Barberán, R.,Villanúa, I. (2000). *Water price impact on residential water demand in the city of Zaragoza. A dynamic panel data approach*. 40th European Congress of the European Regional Studies Association (ERSA), 30 e 31 August, Barcelona, Spain.

Arbués, F., García-Valiñas, M., Martínez-Espiñeira, R. (2002) *Estimation of Residential Water Demand: a State-of-the-Art Review*, Journal of Socio-Economics. Dezembro 2002.

B

Barreto, D. (2008). *Perfil do consumo residencial e usos finais da água*, Ambiente Construído, Porto Alegre, Junho 2008.

Barrett, G., Wallace M (2007). *Water Policy 1*. Setembro 2007.

Bowen P., Harp J., Hendricks J., Shoeleh M. (1991). *Evaluating residential meter performance*. American Water Works Association Research Foundation. Denver, CO. USA.

Brothers, K. (2003). *A Practical Approach to Water Loss Reduction*, Water 21Magazine of the IWA, Agosto 2003.

Buenfil. M. (1993). *Management of Water Resources in North America*, Tucson.

C

Carraro, A., Gameiro, A., Gaspar, V. (2005). *Avaliação das Metodologias de dimensionamento de hidrômetros para ligações em condomínios residências verticais com mais de sete economias na cidade de* Londrina. Sanare. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, 2005.

Chappells, H., Medd, W. (2008). *What is far? Tensions between sustainable and equitable domestic water consumption in England and Wales*. Local Environment, Dezembro 2008, Routledge

Chicoine, D., Deller, S., Ramamurthy, G. (1986). *Water demand estimation under block rate pricing: a simultaneous equation approach*. Water Resources Research.

CLDS (2007). *Contrato Local de Desenvolvimento Social Bairro de Aldoar*.

D

DECO – Defesa do Consumidor (2007). *Parecer nº 000201-2007, Resposta à Consulta Pública sobre as Funcionalidades Mínimas e Planos de Substituição dos Contadores no Segmento Doméstico e nas pequenas empresas no Âmbito do Mibel*, Outubro 2007.

Dias, T. (2007). *Telecontagem para o segmento doméstico e de pequenas empresas. Análise de consumos numa cooperativa de distribuição*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

E

ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2007). *Funcionalidades Mínimas e Plano de substituição dos Contadores de energia Eléctrica*. Lisboa.

ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2007a). *Consulta Pública sobre o Plano de Substituição e Funcionalidades Mínimas dos Contadores para o Segmento dos Clientes Domésticos e Pequenas Empresas*. Lisboa.

F

Fantozzi M., Lambert A. (2007). *Including the effects of Pressure Management in calculations of Economic Leakage Level*. IWA Special Conference Water Loss 2007, Bucareste, Roménia, Setembro 2007

H

Haillot, P. (2007). *Resposta à Consulta Pública sobre as Funcionalidades Mínimas e Planos de Substituição dos Contadores no Segmento Doméstico e nas pequenas empresas no Âmbito do Mibel*, ENEL, Outubro 2007.

Höglund, L. (1999). *Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use*. Water Resources Research.

L

Lambert A. (2003). *Assessing Non Revenue Water and its Components: A Practical Approach*, Water 21 Magazine of the IWA, Agosto 2003.

Lambert., E, Hirner., W. (2000). *Blue pages on losses from water supply systems*. International Water Association (IWA).

Lédo, P. (1999). *Combate ao roubo de água – Uma experiência no sistema de Guanambí – BA*. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Loh, M, Coghlan, P (2003). *Domestic Water Use Study. In Perth, Western Australia 1998-2001, Water Coportation*, Março 2003.

Loureiro, D., Álvares, A., Coelho, S. (2007). *Aplicação de sistemas de telemetria domiciliária em sistemas de distribuição de água*. I Conferência INSSAA – Modelação de Sistemas de Abastecimento de Água, Maio 2007, Barcelos.

Loureiro, D., Coelho, S., Machado, P., (2007). *Tipificação de caudais de rede em sistemas de distribuição de água*. I Conferência INSSAA – Modelação de Sistemas de Abastecimento de Água, Maio 2007, Barcelos.

M

Maddock, R., Castaño, E. (1991). *The welfare impact of rising block pricing: electricity in Colombia*. Energy Journal.

Marshallsay, D., Gordon-Walker, S., France, S. (2007). *Leakage methodology review: Alternative approaches to leakage target setting. Final report*. Environment Agency, Novembro 2007.

Martinez-Espiñeira, R. (2002). *Residential Water Demand in the Northwest of Spain*, Environmental and Resource Economics, Kluwer Academic Publishers. Holanda.

Martinez-Espiñeira, R. (2003). *Estimating Water Demand under Increasing-Block Tariffs Using Aggregate Data and Proportions of Users per Block*, Kluwer Academic Publishers. Holanda.

Martins, J. (2007). *Gestão da Mudança em Empresas de Águas*. Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente. 2007, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Martins, R., Fortunato, A. (2005). *Residential water demand under block rates – a Portuguese case Study*. Grupos de Estudos Monetários e Financeiros, n.º 9 2005. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

Miranda, E., (2002). *Perdas em sistemas de abastecimento de água*. Curso de regulação – PMSS. Novembro, 2002, Brasília, Brasil.

Munasinghe, M. (1992). *Water Supply and Environmental Management: Developing World Applications. Studies*. In Water Policy and Management. Westview Press, Boulder and Oxford.

N

Nauges, C., Thomas, A. (2000). *Privately-operated water utilities, municipal price negotiation, and estimation of residential water demand: the case of France*. Land Economics.

O

OCDE (1987). *Pricing of Water Services*. OCDE, Paris.

OFGEM (2006). *Domestic Metering Innovation – Next Steps*. Londres.

Oliveira, L. (2002). *As Bacias sanitárias e as perdas de água nos edifícios*. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

P

Pilcher, R. (2003) *Article nº 6 - Leak Detection Practices & Techniques – A Practical Approach*, Water 21 Magazine of the IWA, Agosto 2003.

Pimenta, B. (2007). *Sistemas Inteligentes em Telecontagem*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico.

Pinheiro, L, Loureiro, D., Covas, D. (2008). *Análise sócio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água*. VIII SEREA – Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água, Lisboa, Julho 2008.

Pinheiro, L. (2008). *Análise Sócio-Demográfica para a Caracterização de Consumos Domésticos em Sistemas de Distribuição de Água*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico.

Portgás (2007). *Resposta à Consulta Pública sobre as Funcionalidades Mínimas e Planos de Substituição dos Contadores no Segmento Doméstico e nas pequenas empresas no Âmbito do Mibel*, Outubro 2007.

R

Ramsey, F. (1927). *A contribution to the theory of taxation*. Economic Journal.

Rodrigues, A., Rego, J., Rodrigues, J. (2003). *Sistema de Telecontagem Baseado em Comunicações PLC*. 6º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Electrónica, 28 e 29 Maio 2003, Ordem dos Engenheiros, Lisboa.

S

Stevens, T., Miller, J., Willis, C., (1992). *Effect of price structure on residential water demand*. Water Resources Bulletin.

V

van Bruchem, H. (2006). *Think Smart! The Introduction of Smart Gas Meters*, 23º World Gas Conference, Amesterdão, Holanda.

van Gerwen, R., Jaarsma, S. Wilhite, R. (2006). *KEMA, Smart Metering*, Holanda, Julho 2006.

Z

Zhang, T. e Nuttal, W. (2007). *An Agent Based Simulation of Smart Metering Technology Adoption*, Dezembro 2007, Cambridge.

http://jus2.uol.com.br/pecas/texto.asp?id=850. Julho 2010.

http://www.enermeter.pt. Março 2010.

http://www.erse.pt. Março 2010.

http://www.janz.pt. Março 2010.

http://www.omega.com. Março 2010.

http://www.sappel.com. Julho 2010.

http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=569357. Abril 2010.

http://www2.inescporto.pt/use/noticias-eventos/nos-na-imprensa/empresas-desenvolvem-contadores-do-futuro/. Março 2010.

http://baniinstind23.wordpress.com/instrumentation-and-control/flow-detectors/. Junho 2010.

ANEXOS

ANEXO A

O Anexo A diz respeito à importação dos dados dos contadores para uma base de dados comum e ao tratamento dos dados nessas bases de dados.

Os dados fornecidos pelos concentradores instalados no Bairro de Aldoar são organizados, pelo software dos concentradores, em ficheiros do tipo TXT.

Esses vários ficheiros necessitam de ser compilados num ficheiro de base de dados. Seleccionou-se o formato MDB para a base de dados para ser compatível com o Microsoft Access.

A importação dos dados para a base de dados foi feita através de um programa em linguagem VisualBasic. O software usado foi o Microsoft Visual Studio 2010 Express.

O programa consiste numa Form onde é feita a configuração da interface gráfica. No caso, a interface consiste em dois botões e uma caixa de texto. Em baixo apresenta-se a representação da *Form*.

- O botão "Seleccionar ficheiros" abre uma janela de Windows para escolha do ficheiro a importar para a base de dados pré-definida.
- O botão cancelar pára o processo de importação.
- A caixa de texto dá o relatório sobre o evento "Seleccionar ficheiros".

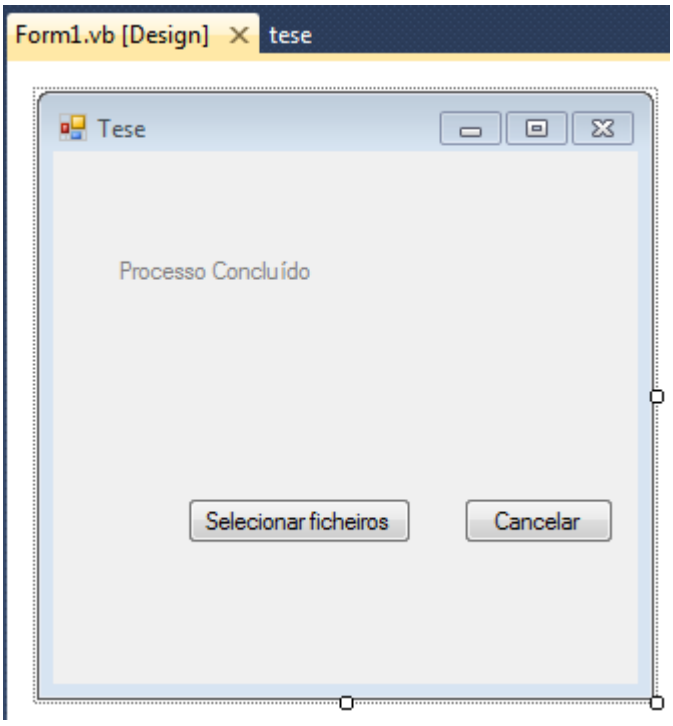


Figura A.1 – *Form* com configuração gráfica da rotina de importação.

Como nota refira-se que a versão Express do VisualBasic não suporta a compilação em 32 bits quando instalado em sistemas de 64 bits. Como o motor de funcionamento Microsoft Access não pode, à data, receber instruções de aplicativos de 64 bits, foi necessário alterar exteriormente, por manipulação do ficheiro tipo vbproject associado ao programa, o modo de compilação para 32 bits. A alteração a efectuar consiste em acrescentar a seguinte linha de código às propriedades de compilação:

<PlatformTarget>x86</PlatformTarget>

Em baixo apresentam-se as linhas de código referentes à instrução do programa de importação.

```
Imports System.Data
Imports System.IO
Public Class Form1
    Dim conn As New OleDb.OleDbConnection
    Dim cmd As New OleDb.OleDbCommand
    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        Dim ficheiros() As String = Nothing
        OpenFileDialog1.InitialDirectory = "C:\tese\AguasPorto\Listagemcontadores"
        OpenFileDialog1.Filter = "txt files (*.txt)|*.txt"
        OpenFileDialog1.FilterIndex = 1
        OpenFileDialog1.RestoreDirectory = True
        OpenFileDialog1.Multiselect = True
        Dim Result As MsgBoxResult
        Dim fich() As String
        'Dim xx As String = Environment.SystemDirectory()
        If OpenFileDialog1.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
            Try
                ficheiros = OpenFileDialog1.FileNames
                fich = OpenFileDialog1.SafeFileNames
                Result = MsgBox("Inserção de " & ficheiros.Length.ToString & " ficheiros?",
MsgBoxStyle.OkCancel, "Tem certeza?")
                If Result = MsgBoxResult.Ok Then
                    processa_ficheiros(ficheiros, fich)
                End If
```

```
            Catch ex As Exception
                MessageBox.Show("Error: Não foi possivel ler o ficheiro. Original erro: " +
ex.Message)
            End Try
        End If
    End Sub
    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
        End
    End Sub
    Protected Sub processa_ficheiros(ByVal ficheiros, ByVal fich)
        Dim linha As String
        Dim campo As String()
        Dim registos As Integer = 0
        Dim nome_ficheiro_novo As String = Nothing
        Dim indice As Integer = 0
        Dim Reception_time As String()
        Dim Reception As String
        Dim time As String
        Dim Address As String
        Dim value_1 As String
        Dim value_2 As String
        Dim primeiro As Boolean
        abre_coneccao()
        For Each xx As String In ficheiros
            Dim txt As New StreamReader(xx)
            primeiro = True
            While Not txt.EndOfStream
                linha = txt.ReadLine
                If primeiro = False Then
                    campo = linha.Split(vbTab)
                    If Not campo(0) Is Nothing Then
                        Reception_time = campo(0).Split(" ")
                        Reception = Reception_time(0)
```

```
                time = Reception_time(1).Substring(0, 2) + ":00"
                Address = campo(2)
                value_1 = campo(3).Replace(",", ".")
                value_2 = campo(5).Replace(",", ".")
                Reception = convert_data(Reception)
                cria_registo(Reception, time, Address, value_1, value_2)
                registos = registos + 1
            End If
        Else
            primeiro = False
        End If
    End While
    txt.Close()
Next
fecha_coneccao()
For i As Integer = 0 To ficheiros.Length.ToString - 1
    nome_ficheiro_novo = fich(i).ToString.Substring(0, fich(0).ToString.Length - 4) &
    "_processado.txt"
    My.Computer.FileSystem.RenameFile(ficheiros(i), nome_ficheiro_novo)
Next
Label1.Text = "Processo Concluído. " & registos.ToString & " registos inseridos."
Label1.Visible = True
End Sub
Protected Sub abre_coneccao()
    conn.ConnectionString = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
    Source=C:\tese\access\tabelabase.mdb"
    'conn.ConnectionString = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
    Source=C:\temp\TESE\tese.mdb"
    conn.Open()
    Try
        cmd.Connection = conn
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message.ToString)
        conn.Close()
```

```
        End Try
    End Sub
    Protected Sub cria_registo(ByVal reception, ByVal time, ByVal adress, ByVal value_1,
ByVal value_2)
        Dim ok As Integer
        cmd.CommandText = "Insert Into tabelabase
        (Recepcao,Tempo,Contador,Valor_f,Valor_i) values (" & reception & ",'" & time & "','" &
        adress & "'," & value_1 & "," & value_2 & ")"
        ok = cmd.ExecuteNonQuery()
        If ok <> 1 Then
            MsgBox(" Não ok")
        End If
    End Sub
    Protected Sub fecha_coneccao()
        conn.Close()
    End Sub
    Function convert_data(ByVal data As String) As String
        Dim dt_convert As String
        dt_convert = "#" + data.Substring(5, 2) + "/" + data.Substring(8, 2) + "/" +
        data.Substring(0, 4) + "#"
        Return dt_convert
    End Function
End Class
```

Os vários ficheiros são então armazenados num único ficheiro de nome tese.mdb que será manipulado através de Microsoft Access, um programa de gestão de base de dados com interface gráfica. O Microsoft Access permite também trabalhar através da inserção de instruções SQL. Estas instruções são chamadas individualmente através de *Queries*.

A manipulação dos dados consistiu nos seguintes procedimentos:

1. Importação de tabela com datas de feriados.
2. Importação de tabela com correspondência entre contadores e tipologia das fracções.
3. Importação de tabela com correspondência entre contadores e número de moradores na fracção.
4. Correcção das datas
5. Anulação das leituras repetidas na base de dados.

6. Inserção de dia da semana na base de dados, codificando os dias de 1 a 7.
7. Inserção de dias de feriado na base de dados, codificando os dias como 8.
8. Inserção de número de moradores por contador na base de dados.
9. Inserção de tipologia da fracção na base de dados.
10. Exportação dos dados para ficheiro Excel.

Em baixo listagem das *Queries* em linguagem SQL com indicação do respectivo procedimento pretendido:

Procedimentos 4 e 5

```
SELECT DISTINCT datevalue(recepcao-31) AS Data, hour(tempo) AS Hora, Contador, valor_f-valor_i AS Q, 1 AS DiaSemana
INTO tabelabase2
FROM tabelabase
WHERE tabelabase.contador NOT LIKE '28000105' AND tabelabase.contador NOT LIKE '38000031';
```

Procedimento 6

```
UPDATE tabelabase2
SET diasemana = weekday(data);
```

Procedimento 7

```
UPDATE tabelabase2
INNER JOIN feriados2010 ON [Feriados2010].[data]=[tabelabase2].[data]
SET tabelabase2.diasemana = 8
WHERE [Feriados2010].[data]=[tabelabase2].[data];
```

Procedimento 8

```
UPDATE habitantescasa
INNER JOIN tabelacontadores ON habitantescasa.casa = tabelacontadores.casa
SET habitantescasa.contador = tabelacontadores.contador;
```

Procedimento 9

```
UPDATE tabelabase2
```

```
INNER JOIN habitantescasa ON tabelabase2.contador = habitantescasa.contador
SET tabelabase2.moradores = habitantescasa.moradores;
```

Os restantes procedimentos foram feitos por funções próprias e directas do Microsoft Access.

ANEXO B

No Anexo B apresenta-se a listagem dos contadores. Depois da listagem faz-se referência aos problemas detectados na amostra.

Casa	Contador	Moradores	Tipologia
BAIR ALDOAR 21 1 C10	C09AA054139	1	2
BAIR ALDOAR 21 1 C11	C09AA054485	2	4
BAIR ALDOAR 21 1 C12	C09AA054486	4	3
BAIR ALDOAR 21 1 C20	C09AA054409	1	2
BAIR ALDOAR 21 1 C21	C09AA054481	5	4
BAIR ALDOAR 21 1 C22	C09AA054484	4	3
BAIR ALDOAR 21 1 C30	C09AA054405	3	2
BAIR ALDOAR 21 1 C31	C09AA054487	3	4
BAIR ALDOAR 21 1 C32	C09AA054404	1	3
BAIR ALDOAR 31 1 C10	C09AA054488	3	2
BAIR ALDOAR 31 1 C11	C09AA054482	2	3
BAIR ALDOAR 31 1 C12	C09AA054483	4	4
BAIR ALDOAR 31 1 C20	C09AA054490	1	2
BAIR ALDOAR 31 1 C21	C09AA054489	2	3
BAIR ALDOAR 31 1 C22	C09AA054406	1	4
BAIR ALDOAR 31 1 C30	C09AA054401	3	2
BAIR ALDOAR 31 1 C31	C09AA054408	2	3
BAIR ALDOAR 31 1 C32	C09AA054407	3	4
BAIR ALDOAR 120 10 C11	C09AA054154	3	3
BAIR ALDOAR 120 10 C12	C09AA054157	3	4
BAIR ALDOAR 120 10 C20	C09AA054158	3	2
BAIR ALDOAR 120 10 C21	C09AA403411	4	3
BAIR ALDOAR 120 10 C22	C09AA054153	2	4
BAIR ALDOAR 120 10 C30	C09AA054151	2	2
BAIR ALDOAR 120 10 C31	C09AA054160	5	3
BAIR ALDOAR 120 10 C32	C09AA054152	7	4
BAIR ALDOAR 130 10 C10	C09AA054159	1	2
BAIR ALDOAR 130 10 C11	C09AA054240	5	4
BAIR ALDOAR 130 10 C12	C09AA054155	5	3
BAIR ALDOAR 130 10 C20	C09AA054760	1	2
BAIR ALDOAR 130 10 C21	C09AA054758	1	4
BAIR ALDOAR 130 10 C22	C09AA054759	2	3
BAIR ALDOAR 130 10 C30	C09AA054756	2	2
BAIR ALDOAR 130 10 C32	C09AA054754	1	3
BAIR ALDOAR 161 11 C10	C09AA054762	3	2
BAIR ALDOAR 161 11 C11	C09AA533529	4	4
BAIR ALDOAR 161 11 C20	C09AA054767	2	2
BAIR ALDOAR 161 11 C21	C09AA054768	4	4
BAIR ALDOAR 161 11 C22	C09AA054769	5	3
BAIR ALDOAR 161 11 C30	C09AA054763	2	2

BAIR ALDOAR 161 11 C31	C09AA054764	2	4
BAIR ALDOAR 161 11 C32	C09AA054765	4	3
BAIR ALDOAR 171 11 C10	C09AA054780	3	2
BAIR ALDOAR 171 11 C11	C09AA054774	2	3
BAIR ALDOAR 171 11 C20	C09AA054779	3	2
BAIR ALDOAR 171 11 C22	C09AA054776	7	4
BAIR ALDOAR 171 11 C30	C09AA054771	1	2
BAIR ALDOAR 171 11 C32	C09AA054777	2	4
BAIR ALDOAR 150 12 C11	C09AA054284	3	3
BAIR ALDOAR 150 12 C12	C09AA054117	1	4
BAIR ALDOAR 150 12 C20	C09AA054849	2	2
BAIR ALDOAR 150 12 C21	C09AA054142	2	3
BAIR ALDOAR 150 12 C30	C09AA054149	2	2
BAIR ALDOAR 150 12 C31	C09AA054427	1	3
BAIR ALDOAR 150 12 C32	C09AA054778	4	4
BAIR ALDOAR 160 12 C10	C09AA054290	2	2
BAIR ALDOAR 160 12 C11	C09AA054283	3	4
BAIR ALDOAR 160 12 C12	C09AA054289	1	3
BAIR ALDOAR 160 12 C20	C09AA054146	3	2
BAIR ALDOAR 160 12 C21	C09AA054281	4	4
BAIR ALDOAR 160 12 C22	C09AA054734	6	3
BAIR ALDOAR 160 12 C30	C09AA054740	3	2
BAIR ALDOAR 160 12 C31	C09AA054282	2	4
BAIR ALDOAR 160 12 C32	C09AA054286	4	3
BAIR ALDOAR 170 12 C10	C09AA054144	1	2
BAIR ALDOAR 170 12 C11	C09AA054772	2	3
BAIR ALDOAR 170 12 C12	C09AA054850	4	4
BAIR ALDOAR 170 12 C20	C09AA054600	3	2
BAIR ALDOAR 170 12 C21	C09AA054766	2	3
BAIR ALDOAR 170 12 C22	C09AA054845	2	4
BAIR ALDOAR 170 12 C31	C09AA054773	1	3
BAIR ALDOAR 170 12 C32	C09AA054775	5	4
BAIR ALDOAR 180 12 C10	C09AA054234	2	2
BAIR ALDOAR 180 12 C11	C09AA054735	3	4
BAIR ALDOAR 180 12 C12	C09AA054843	3	3
BAIR ALDOAR 180 12 C20	C09AA054841	2	2
BAIR ALDOAR 180 12 C21	C09AA054844	6	4
BAIR ALDOAR 180 12 C22	C09AA054848	2	3
BAIR ALDOAR 180 12 C30	C09AA054819	4	2
BAIR ALDOAR 180 12 C31	C09AA054847	6	4
BAIR ALDOAR 180 12 C32	C09AA054842	5	3
BAIR ALDOAR 181 13 C10	C09AA054718	3	2

BAIR ALDOAR 181 13 C11	C09AA054713	1	3
BAIR ALDOAR 181 13 C12	C09AA054712	2	4
BAIR ALDOAR 181 13 C20	C09AA054267	2	2
BAIR ALDOAR 181 13 C21	C09AA054711	1	3
BAIR ALDOAR 181 13 C22	C09AA054262	2	4
BAIR ALDOAR 181 13 C30	C09AA054264	2	2
BAIR ALDOAR 181 13 C31	C09AA054269	3	3
BAIR ALDOAR 181 13 C32	C09AA054261	6	4
BAIR ALDOAR 191 13 C10	C09AA054717	3	2
BAIR ALDOAR 191 13 C11	C09AA054720	5	3
BAIR ALDOAR 191 13 C12	C09AA054719	4	3
BAIR ALDOAR 191 13 C20	C09AA054233	5	2
BAIR ALDOAR 191 13 C21	C09AA054715	3	3
BAIR ALDOAR 191 13 C22	C09AA054623	5	3
BAIR ALDOAR 191 13 C31	C09AA054716	3	3
BAIR ALDOAR 191 13 C32	C09AA054714	3	3
BAIR ALDOAR 201 13 C10	C09AA054627	4	2
BAIR ALDOAR 201 13 C11	C09AA054812	1	4
BAIR ALDOAR 201 13 C12	C09AA054629	3	3
BAIR ALDOAR 201 13 C20	C09AA054628	2	2
BAIR ALDOAR 201 13 C21	C09AA054626	7	4
BAIR ALDOAR 201 13 C22	C09AA054622	3	3
BAIR ALDOAR 201 13 C31	C09AA054621	3	4
BAIR ALDOAR 201 13 C32	C09AA054624	3	3
BAIR ALDOAR 200 14 C11	C09AA054612	3	3
BAIR ALDOAR 200 14 C12	C09AA054618	4	4
BAIR ALDOAR 200 14 C20	C09AA054150	1	2
BAIR ALDOAR 200 14 C21	C09AA054617	2	3
BAIR ALDOAR 200 14 C22	C09AA054619	4	4
BAIR ALDOAR 200 14 C30	C09AA054620	1	2
BAIR ALDOAR 200 14 C31	C09AA054230	2	3
BAIR ALDOAR 210 14 C10	C09AA054228	2	2
BAIR ALDOAR 210 14 C11	C09AA054614	5	4
BAIR ALDOAR 210 14 C12	C09AA054615	5	3
BAIR ALDOAR 210 14 C20	C09AA054226	4	2
BAIR ALDOAR 210 14 C21	C09AA054611	3	4
BAIR ALDOAR 210 14 C22	C09AA054814	1	3
BAIR ALDOAR 210 14 C30	C09AA054616	4	2
BAIR ALDOAR 210 14 C31	C09AA054147	5	4
BAIR ALDOAR 210 14 C32	C09AA527657	2	3
BAIR ALDOAR 220 14 C10	C09AA054508	2	2
BAIR ALDOAR 220 14 C11	C09AA054503	5	3

BAIR ALDOAR 220 14 C12	C09AA054225	1	4
BAIR ALDOAR 220 14 C20	C09AA054221	4	2
BAIR ALDOAR 220 14 C22	C09AA057769	5	4
BAIR ALDOAR 220 14 C31	C09AA054222	3	3
BAIR ALDOAR 230 14 C10	C09AA055078	2	2
BAIR ALDOAR 230 14 C12	C09AA054813	1	3
BAIR ALDOAR 230 14 C20	C09AA054227	3	2
BAIR ALDOAR 230 14 C21	C09AA054509	6	4
BAIR ALDOAR 230 14 C22	C09AA054505	2	3
BAIR ALDOAR 230 14 C30	C09AA054224	3	2
BAIR ALDOAR 230 14 C32	C09AA054506	4	3
BAIR ALDOAR 240 14 C10	C09AA054510	3	2
BAIR ALDOAR 240 14 C11	C09AA054637	2	3
BAIR ALDOAR 240 14 C20	C09AA054785	1	2
BAIR ALDOAR 240 14 C21	C09AA054638	1	3
BAIR ALDOAR 240 14 C22	C09AA054507	3	4
BAIR ALDOAR 240 14 C30	C09AA054501	3	2
BAIR ALDOAR 240 14 C32	C09AA054502	5	4
BAIR ALDOAR 250 14 C10	C09AA054634	1	2
BAIR ALDOAR 250 14 C11	C09AA054640	2	4
BAIR ALDOAR 250 14 C12	C09AA054635	4	3
BAIR ALDOAR 250 14 C20	C09AA054636	1	2
BAIR ALDOAR 250 14 C22	C09AA054639	4	3
BAIR ALDOAR 250 14 C30	C09AA054632	4	2
BAIR ALDOAR 250 14 C31	C09AA054631	2	4
BAIR ALDOAR 250 14 C32	C09AA054633	4	3
BAIR ALDOAR 211 15 C10	C09AA054191	2	2
BAIR ALDOAR 211 15 C11	C09AA054200	4	3
BAIR ALDOAR 211 15 C12	C09AA533523	2	4
BAIR ALDOAR 211 15 C20	C09AA054192	2	2
BAIR ALDOAR 211 15 C21	C09AA054199	2	3
BAIR ALDOAR 211 15 C22	C09AA054197	8	4
BAIR ALDOAR 211 15 C30	C09AA054194	3	2
BAIR ALDOAR 211 15 C31	C09AA054198	3	3
BAIR ALDOAR 211 15 C32	C09AA054122	7	4
BAIR ALDOAR 221 15 C10	C09AA054438	2	2
BAIR ALDOAR 221 15 C11	C09AA054435	3	3
BAIR ALDOAR 221 15 C12	C09AA054439	4	3
BAIR ALDOAR 221 15 C20	C09AA054437	2	2
BAIR ALDOAR 221 15 C21	C09AA054432	2	3
BAIR ALDOAR 221 15 C22	C09AA335594	3	3
BAIR ALDOAR 221 15 C30	C09AA054436	2	2

BAIR ALDOAR 221 15 C31	C09AA054434	4	3
BAIR ALDOAR 221 15 C32	C09AA054440	5	3
BAIR ALDOAR 231 15 C10	C09AA054126	2	2
BAIR ALDOAR 231 15 C11	C09AA054123	1	4
BAIR ALDOAR 231 15 C12	C09AA054124	3	3
BAIR ALDOAR 231 15 C20	C09AA054127	3	2
BAIR ALDOAR 231 15 C21	C09AA054125	4	4
BAIR ALDOAR 231 15 C22	C09AA054263	3	3
BAIR ALDOAR 231 15 C30	C09AA054128	1	2
BAIR ALDOAR 231 15 C31	C09AA054129	5	4
BAIR ALDOAR 231 15 C32	C09AA054130	4	3
BAIR ALDOAR 241 16 C10	C09AA054447	3	2
BAIR ALDOAR 241 16 C11	C09AA054646	7	3
BAIR ALDOAR 241 16 C12	C09AA054446	7	4
BAIR ALDOAR 241 16 C20	C09AA054643	2	2
BAIR ALDOAR 241 16 C21	C09AA054449	5	3
BAIR ALDOAR 241 16 C30	C09AA054444	5	2
BAIR ALDOAR 241 16 C31	C09AA054448	2	3
BAIR ALDOAR 241 16 C32	C09AA054445	3	4
BAIR ALDOAR 251 16 C11	C09AA054645	1	3
BAIR ALDOAR 251 16 C12	C09AA054650	3	3
BAIR ALDOAR 251 16 C20	C09AA054644	2	2
BAIR ALDOAR 251 16 C21	C09AA054647	3	3
BAIR ALDOAR 251 16 C22	C09AA054442	2	3
BAIR ALDOAR 251 16 C30	C09AA054441	2	2
BAIR ALDOAR 251 16 C31	C09AA054450	7	3
BAIR ALDOAR 251 16 C32	C09AA054443	2	3
BAIR ALDOAR 261 16 C11	C09AA054641	6	4
BAIR ALDOAR 261 16 C21	C09AA054648	3	4
BAIR ALDOAR 261 16 C30	C09AA054630	2	2
BAIR ALDOAR 261 16 C31	C09AA054625	5	4
BAIR ALDOAR 261 16 C32	C09AA054649	6	3
BAIR ALDOAR 41 2 C10	C09AA054402	2	2
BAIR ALDOAR 41 2 C11	C09AA054410	4	4
BAIR ALDOAR 41 2 C12	C09AA054403	1	3
BAIR ALDOAR 41 2 C22	C09AA054136	6	3
BAIR ALDOAR 41 2 C30	C09AA054235	3	2
BAIR ALDOAR 41 2 C31	C09AA054131	6	4
BAIR ALDOAR 41 2 C32	C09AA054140	2	3
BAIR ALDOAR 51 2 C11	C09AA054133	4	3
BAIR ALDOAR 51 2 C12	C09AA054238	7	4
BAIR ALDOAR 51 2 C20	C09AA054106	2	2

BAIR ALDOAR 51 2 C21	C09AA054101	2	3
BAIR ALDOAR 51 2 C22	C09AA054818	5	4
BAIR ALDOAR 51 2 C31	C09AA054137	3	3
BAIR ALDOAR 51 2 C32	C09AA054135	5	4
BAIR ALDOAR 61 3 C10	C09AA054105	3	2
BAIR ALDOAR 61 3 C12	C09AA054132	1	3
BAIR ALDOAR 61 3 C20	C09AA054108	2	2
BAIR ALDOAR 61 3 C21	C09AA054102	3	4
BAIR ALDOAR 61 3 C22	C09AA055857	3	3
BAIR ALDOAR 61 3 C30	C09AA054134	2	2
BAIR ALDOAR 61 3 C31	C09AA054109	2	4
BAIR ALDOAR 61 3 C32	C09AA054107	3	3
BAIR ALDOAR 71 3 C12	C09AA054110	3	4
BAIR ALDOAR 71 3 C21	C09AA054231	2	3
BAIR ALDOAR 71 3 C30	C09AA054103	3	2
BAIR ALDOAR 71 3 C31	C09AA054232	3	3
BAIR ALDOAR 30 4 C10	C09AA054169	4	2
BAIR ALDOAR 30 4 C11	C09AA054165	5	3
BAIR ALDOAR 30 4 C12	C09AA054164	4	4
BAIR ALDOAR 30 4 C20	C09AA054563	2	2
BAIR ALDOAR 30 4 C21	C09AA054561	2	3
BAIR ALDOAR 30 4 C22	C09AA054433	2	4
BAIR ALDOAR 30 4 C30	C09AA054239	2	2
BAIR ALDOAR 30 4 C31	C09AA054570	4	3
BAIR ALDOAR 30 4 C32	C09AA054568	5	4
BAIR ALDOAR 40 4 C10	C09AA054349	3	2
BAIR ALDOAR 40 4 C11	C09AA054387	5	4
BAIR ALDOAR 40 4 C12	C09AA054347	3	3
BAIR ALDOAR 40 4 C20	C09AA054793	4	2
BAIR ALDOAR 40 4 C21	C09AA054344	4	4
BAIR ALDOAR 40 4 C22	C09AA054389	4	3
BAIR ALDOAR 40 4 C30	C09AA054794	3	2
BAIR ALDOAR 40 4 C31	C09AA054162	2	4
BAIR ALDOAR 40 4 C32	C09AA054343	5	3
BAIR ALDOAR 81 5 C10	C09AA054390	2	2
BAIR ALDOAR 81 5 C11	C09AA054383	1	4
BAIR ALDOAR 81 5 C12	C09AA054385	3	3
BAIR ALDOAR 81 5 C20	C09AA054388	2	2
BAIR ALDOAR 81 5 C21	C09AA054384	2	4
BAIR ALDOAR 81 5 C22	C09AA054386	4	3
BAIR ALDOAR 81 5 C31	C09AA054382	1	4
BAIR ALDOAR 81 5 C32	C09AA054381	4	3

BAIR ALDOAR 91 5 C10	C09AA054796	5	2
BAIR ALDOAR 91 5 C11	C09AA054350	2	3
BAIR ALDOAR 91 5 C12	C09AA054733	2	4
BAIR ALDOAR 91 5 C20	C09AA054348	2	2
BAIR ALDOAR 91 5 C21	C09AA054193	4	3
BAIR ALDOAR 91 5 C22	C09AA054342	5	4
BAIR ALDOAR 91 5 C30	C09AA054346	1	2
BAIR ALDOAR 91 5 C31	C09AA054345	3	3
BAIR ALDOAR 91 5 C32	C09AA054341	2	4
BAIR ALDOAR 60 6 C10	C09AA054565	3	2
BAIR ALDOAR 60 6 C11	C09AA054564	1	3
BAIR ALDOAR 60 6 C12	C09AA054562	2	4
BAIR ALDOAR 60 6 C20	C09AA054569	6	2
BAIR ALDOAR 60 6 C21	C09AA054166	6	3
BAIR ALDOAR 60 6 C22	C09AA054566	3	4
BAIR ALDOAR 60 6 C30	C09AA054167	3	2
BAIR ALDOAR 60 6 C31	C09AA054237	2	3
BAIR ALDOAR 60 6 C32	C09AA054161	3	4
BAIR ALDOAR 70 6 C10	C09AA054567	2	2
BAIR ALDOAR 70 6 C11	C09AA054163	3	4
BAIR ALDOAR 70 6 C12	C09AA054168	1	3
BAIR ALDOAR 70 6 C20	C09AA335034	3	2
BAIR ALDOAR 70 6 C21	C09AA054550	3	4
BAIR ALDOAR 70 6 C22	C09AA054542	2	3
BAIR ALDOAR 70 6 C30	C09AA054547	4	2
BAIR ALDOAR 70 6 C31	C09AA054736	4	4
BAIR ALDOAR 70 6 C32	C09AA054541	2	3
BAIR ALDOAR 101 7 C10	C09AA054413	1	2
BAIR ALDOAR 101 7 C11	C09AA054417	2	4
BAIR ALDOAR 101 7 C12	C09AA054205	2	3
BAIR ALDOAR 101 7 C21	C09AA054412	2	4
BAIR ALDOAR 101 7 C22	C09AA054419	1	3
BAIR ALDOAR 101 7 C30	C09AA054593	3	2
BAIR ALDOAR 101 7 C31	C09AA054415	1	4
BAIR ALDOAR 101 7 C32	C09AA054418	5	3
BAIR ALDOAR 111 7 C10	C09AA054414	3	2
BAIR ALDOAR 111 7 C11	C09AA054416	3	3
BAIR ALDOAR 111 7 C12	C09AA054201	5	3
BAIR ALDOAR 111 7 C21	C09AA054411	1	3
BAIR ALDOAR 111 7 C22	C09AA054420	3	3
BAIR ALDOAR 111 7 C30	C09AA054203	3	2
BAIR ALDOAR 111 7 C31	C09AA054209	2	3

BAIR ALDOAR 111 7 C32	C09AA054731	2	3
BAIR ALDOAR 121 7 C10	C09AA054206	3	2
BAIR ALDOAR 121 7 C11	C09AA054204	3	3
BAIR ALDOAR 121 7 C12	C09AA054207	3	4
BAIR ALDOAR 121 7 C20	C09AA054210	3	2
BAIR ALDOAR 121 7 C21	C09AA054596	3	3
BAIR ALDOAR 121 7 C22	C09AA054202	6	4
BAIR ALDOAR 121 7 C30	C09AA054208	2	2
BAIR ALDOAR 121 7 C32	C09AA054594	6	4
BAIR ALDOAR 100 8 C10	C09AA054114	3	2
BAIR ALDOAR 100 8 C11	C09AA054738	2	4
BAIR ALDOAR 100 8 C12	C09AA054115	3	3
BAIR ALDOAR 100 8 C20	C09AA054428	4	2
BAIR ALDOAR 100 8 C21	C09AA054119	2	4
BAIR ALDOAR 100 8 C22	C09AA054732	1	3
BAIR ALDOAR 100 8 C31	C09AA054815	2	4
BAIR ALDOAR 100 8 C32	C09AA054811	2	3
BAIR ALDOAR 90 8 C10	C09AA054121	3	2
BAIR ALDOAR 90 8 C11	C09AA054737	5	3
BAIR ALDOAR 90 8 C12	C09AA054195	4	4
BAIR ALDOAR 90 8 C20	C09AA054120	3	2
BAIR ALDOAR 90 8 C21	C09AA054113	7	3
BAIR ALDOAR 90 8 C22	C09AA054597	5	4
BAIR ALDOAR 90 8 C30	C09AA054595	4	2
BAIR ALDOAR 90 8 C31	C09AA054598	3	3
BAIR ALDOAR 90 8 C32	C09AA054599	7	4
BAIR ALDOAR 131 9 C11	C09AA054399	2	3
BAIR ALDOAR 131 9 C12	C09AA054397	4	3
BAIR ALDOAR 131 9 C13	C09AA054400	1	1
BAIR ALDOAR 131 9 C14	C09AA057079	1	1
BAIR ALDOAR 131 9 C21	C09AA054395	1	3
BAIR ALDOAR 131 9 C22	C09AA054394	4	3
BAIR ALDOAR 131 9 C23	C09AA054396	2	1
BAIR ALDOAR 131 9 C24	C09AA054391	2	1
BAIR ALDOAR 131 9 C31	C09AA054393	1	3
BAIR ALDOAR 131 9 C32	C09AA054398	4	3
BAIR ALDOAR 131 9 C34	C09AA054392	1	1
BAIR ALDOAR 141 9 C12	C09AA339001	1	3
BAIR ALDOAR 141 9 C13	C09AA054171	1	1
BAIR ALDOAR 141 9 C14	C09AA054755	2	1
BAIR ALDOAR 141 9 C21	C09AA054172	6	3
BAIR ALDOAR 141 9 C22	C09AA054176	1	3

BAIR ALDOAR 141 9 C23	C09AA054751	4	1
BAIR ALDOAR 141 9 C31	C09AA054180	2	3
BAIR ALDOAR 141 9 C32	C09AA054175	1	3
BAIR ALDOAR 141 9 C33	C09AA054177	1	1
BAIR ALDOAR 141 9 C34	C09AA054179	2	1
BAIR ALDOAR 151 9 C11	C09AA054752	3	3
BAIR ALDOAR 151 9 C12	C09AA054291	3	3
BAIR ALDOAR 151 9 C13	C09AA054297	1	1
BAIR ALDOAR 151 9 C14	C09AA338164	2	1
BAIR ALDOAR 151 9 C21	C09AA054300	4	3
BAIR ALDOAR 151 9 C22	C09AA054753	1	3
BAIR ALDOAR 151 9 C23	C09AA054295	1	1
BAIR ALDOAR 151 9 C24	C09AA054299	1	1
BAIR ALDOAR 151 9 C31	C09AA054292	2	3
BAIR ALDOAR 151 9 C32	C09AA054298	1	3
BAIR ALDOAR 151 9 C33	C09AA054296	1	1
BAIR ALDOAR 151 9 C34	C09AA054293	1	1

O contadores, referentes a fracções fora do bairro, que foram admitidos na amostra são os seguintes:

Contador	Moradores	Tipologia
C09AA054477	Sem dados	Sem dados
C09AA054504	Sem dados	Sem dados
C09AA054592	Sem dados	Sem dados
C09AA054657	Sem dados	Sem dados
C09AA054674	Sem dados	Sem dados
C09AA054676	Sem dados	Sem dados
C09AA054722	Sem dados	Sem dados
C09AA054761	Sem dados	Sem dados

Foram ainda encontrados uma série de contadores que não apresentaram consumos durante períodos significativos de tempo. Esse contadores, durante esses períodos, não foram portanto considerados para a elaboração dos perfis médios de consumo. Em baixo a listagem das situações assinaladas.

O contador C09AA054122, 7 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054191, 2 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054237, 2 moradores, tem consumo 0 entre 4 e 6 de Fevereiro.

O contador C09AA054293, 2 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054412, 2 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054436, 2 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054490, 1 morador, tem consumo 0 entre 16 e 23 de Fevereiro.

O contador C09AA054501, 3 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054503, 5 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054594, 6 moradores, tem consumo 0 entre 4 e 19 de Fevereiro.

O contador C09AA054751, 4 moradores, tem consumo 0.

O contador C09AA054754, 1 morador, tem consumo 0 entre 16 e 24 de Fevereiro.

O contador C09AA054785, 1 morador, tem consumo 0.

O contador C09AA054813, 1 morador, tem consumo 0.

O contador C09AA054819, 4 moradores, tem consumo 0 entre 21 e 24 de Fevereiro.

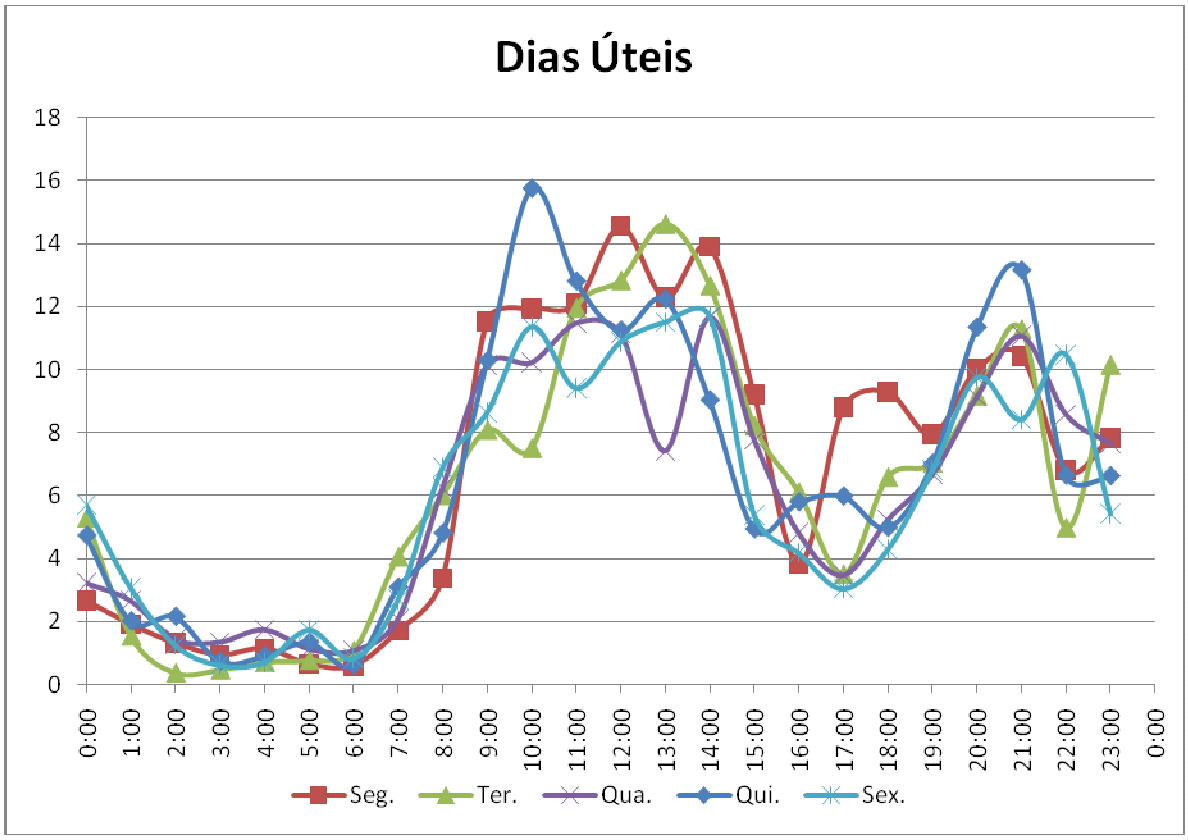
O contador C09AA057079, 1 morador, tem consumo 0.

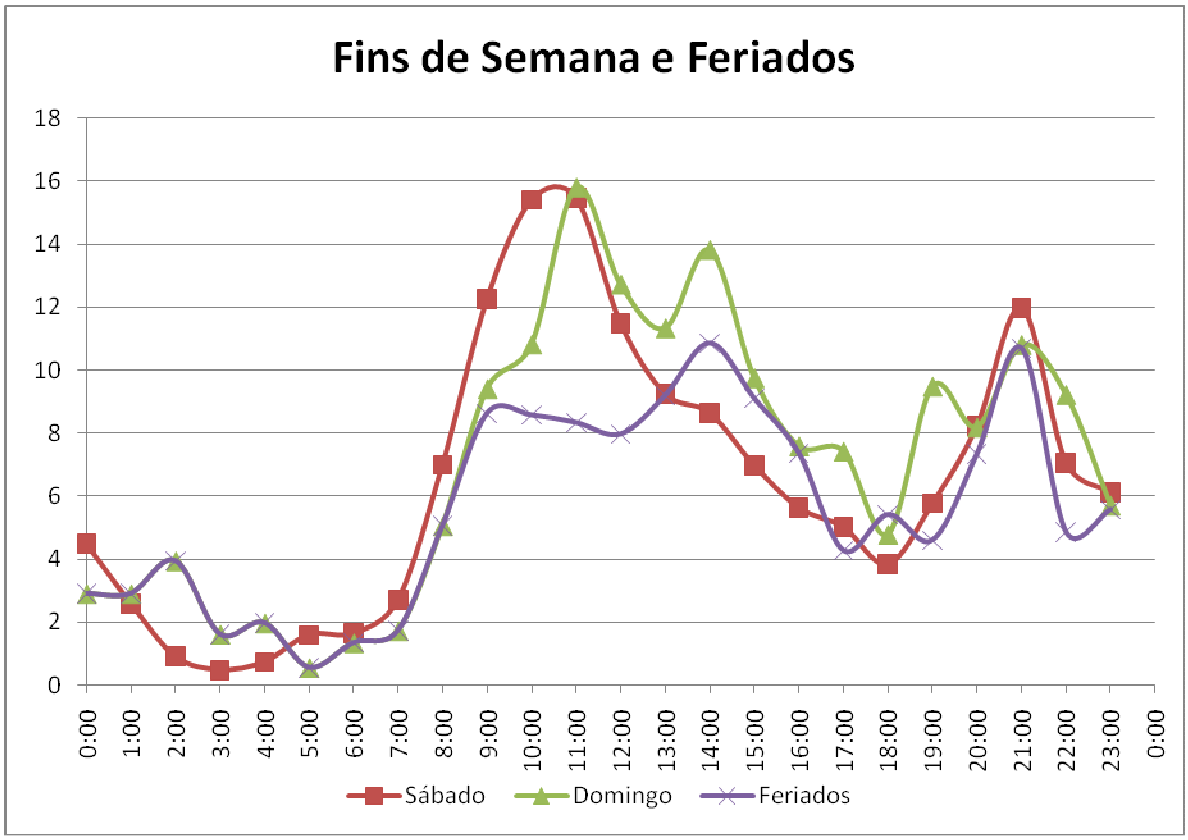
ANEXO C

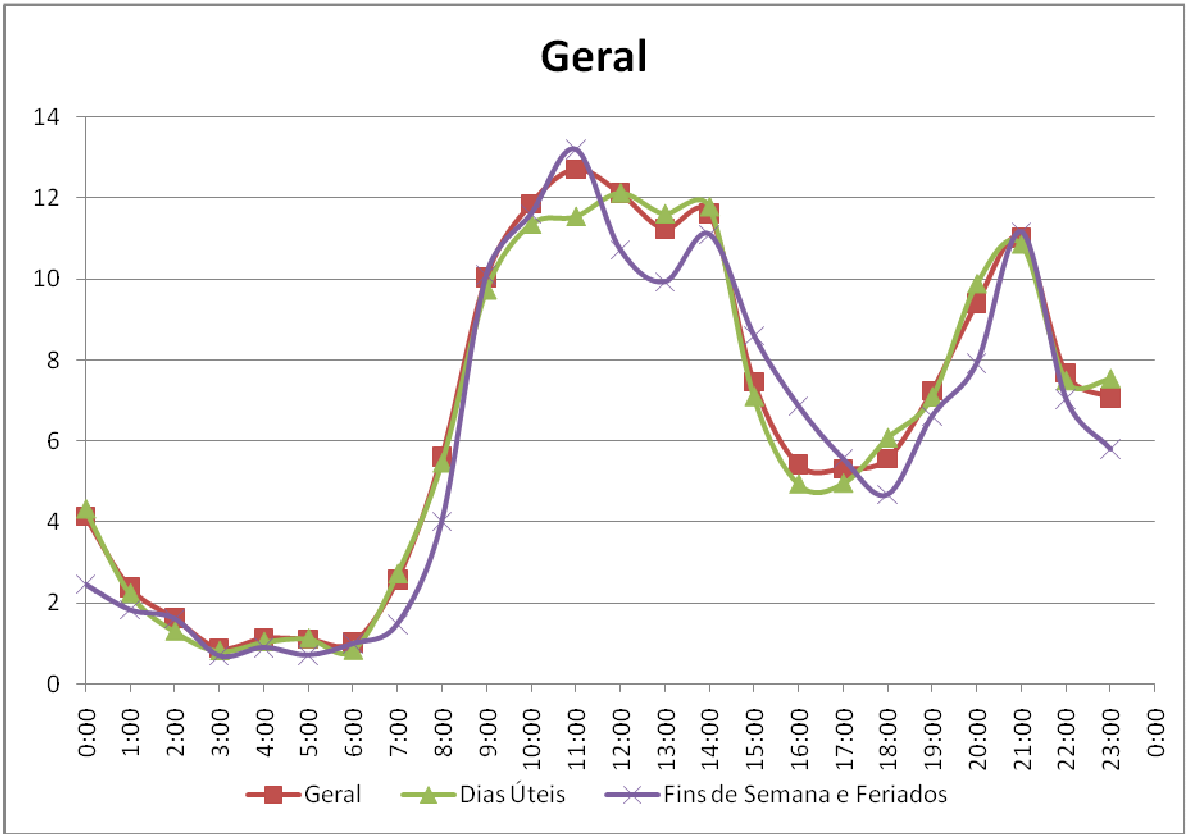
O Anexo C diz respeito à listagem extensa e detalhada dos perfis de consumo. São apresentados os perfis obtidos para cada tipo de tipologia e para cada número de moradores na habitação. Apresentam-se primeiro dados relativos ao mês de Fevereiro e depois ao Mês de Maio.

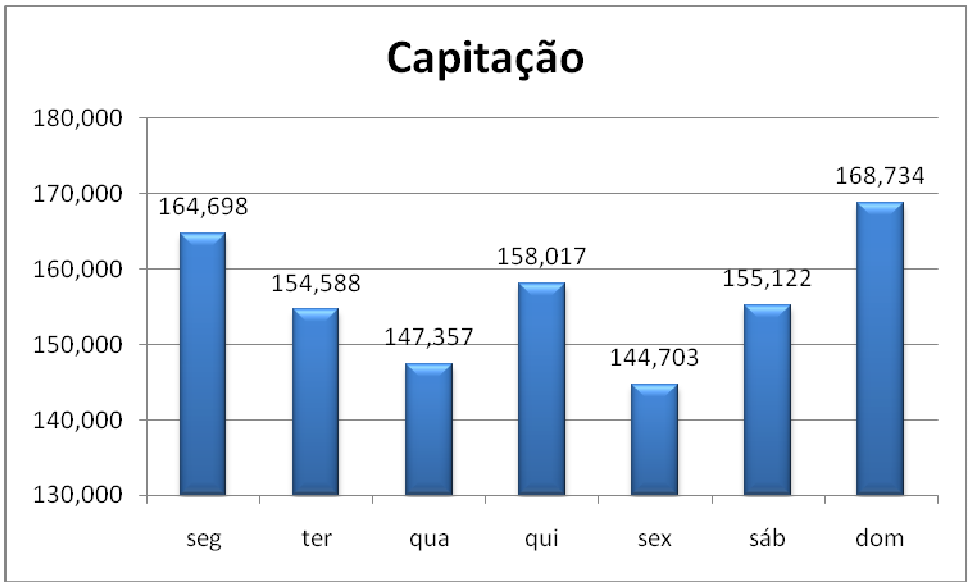
Os consumos são sempre apresentados em litros por hora.

Fevereiro – Habitação com 1 Morador

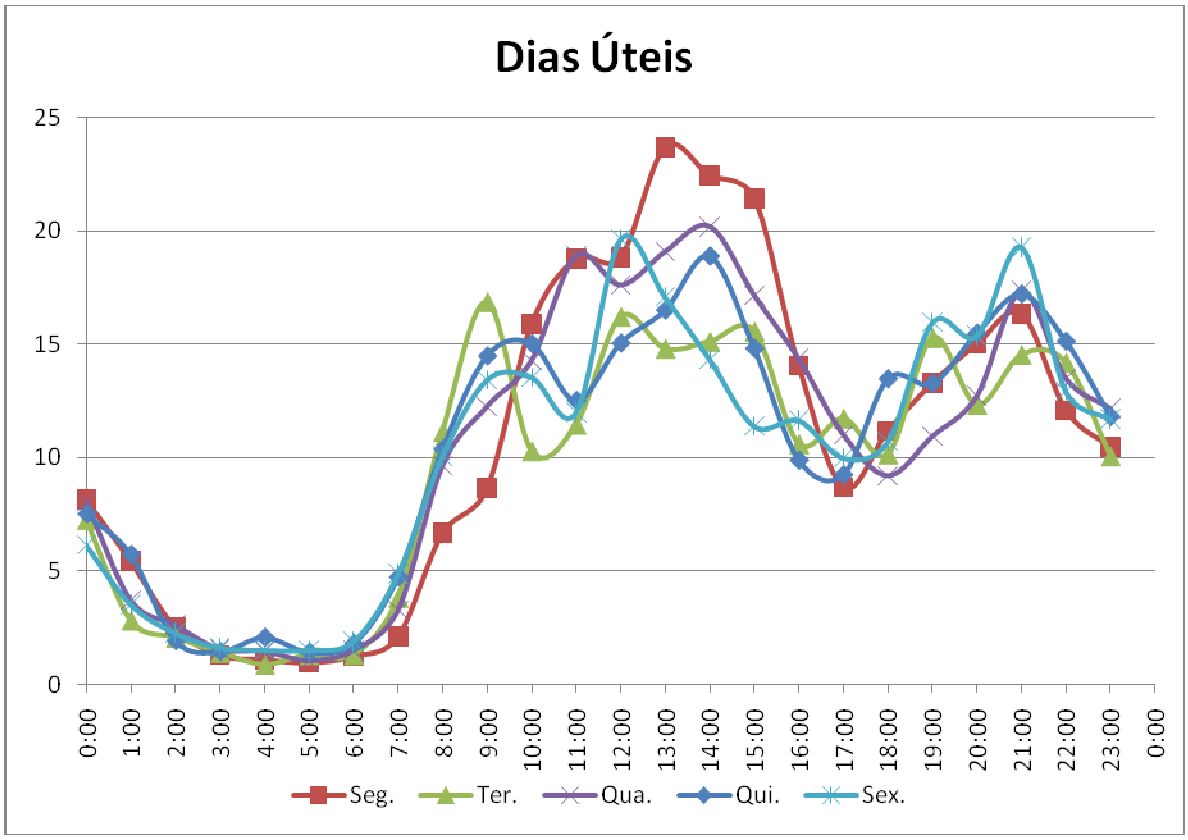


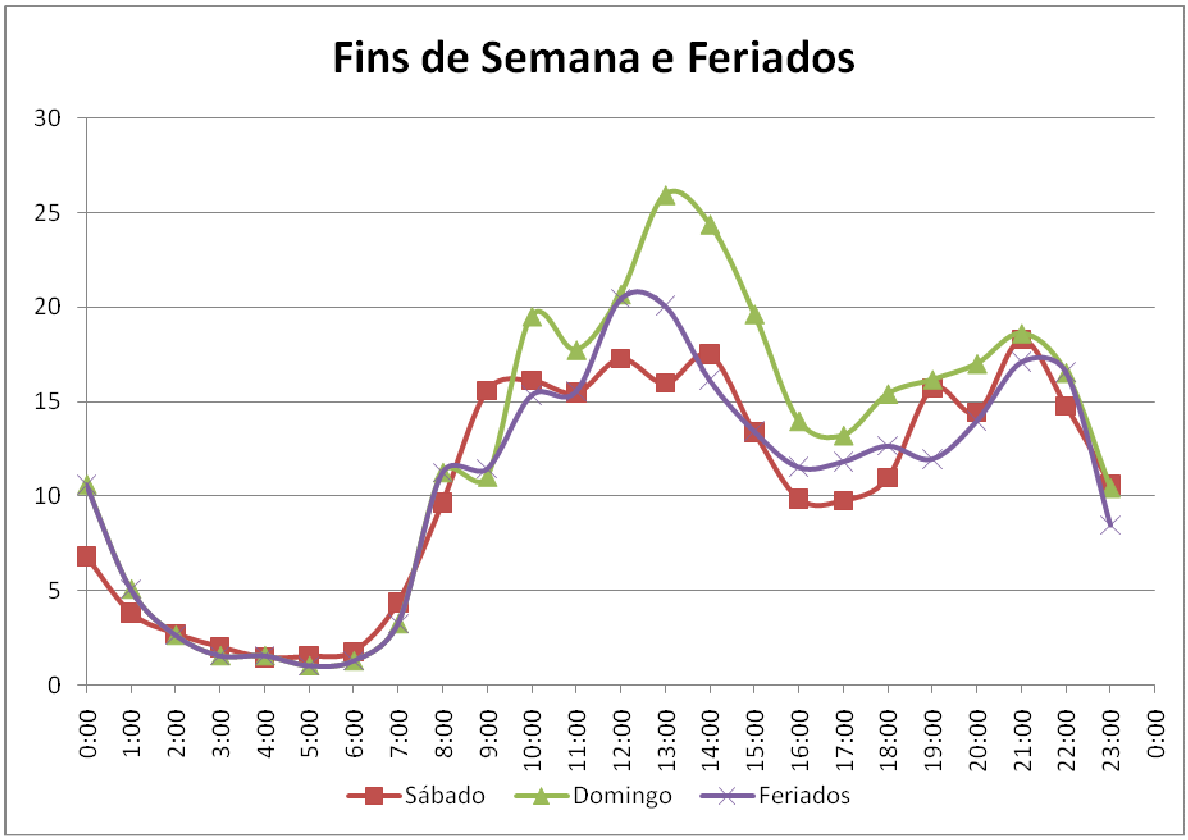


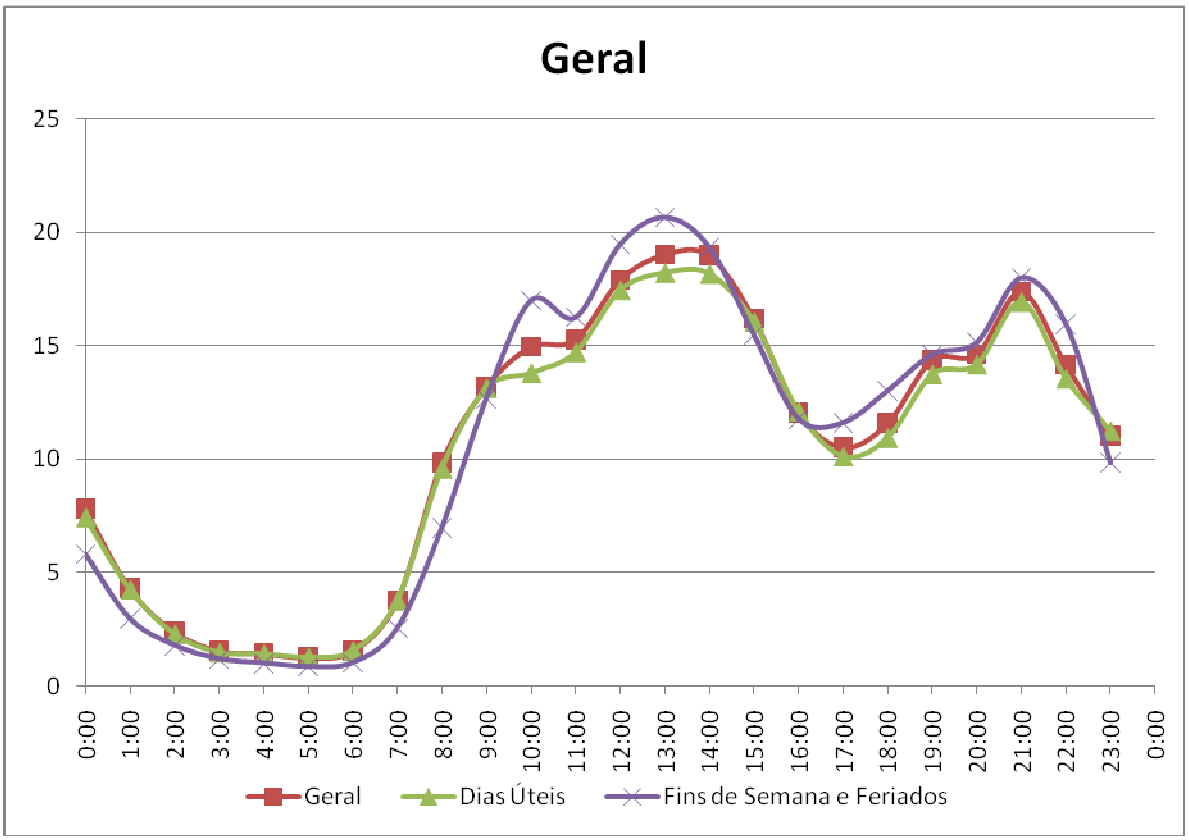

Geral
14
12
10
8
6
4
2
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

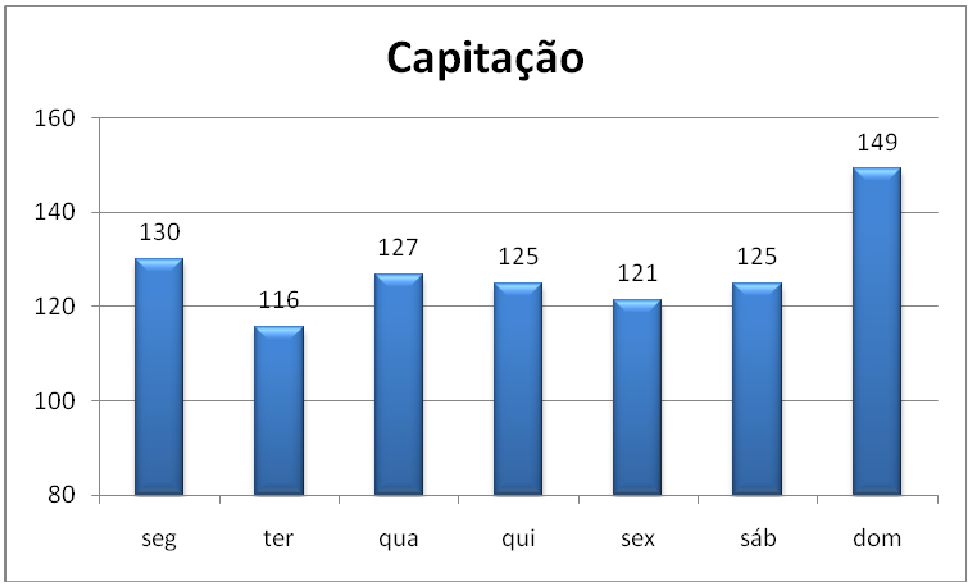

Capitação
180,000
170,000
160,000
150,000
140,000
130,000
164,698
154,588
147,357
158,017
144,703
155,122
168,734
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 2 Moradores

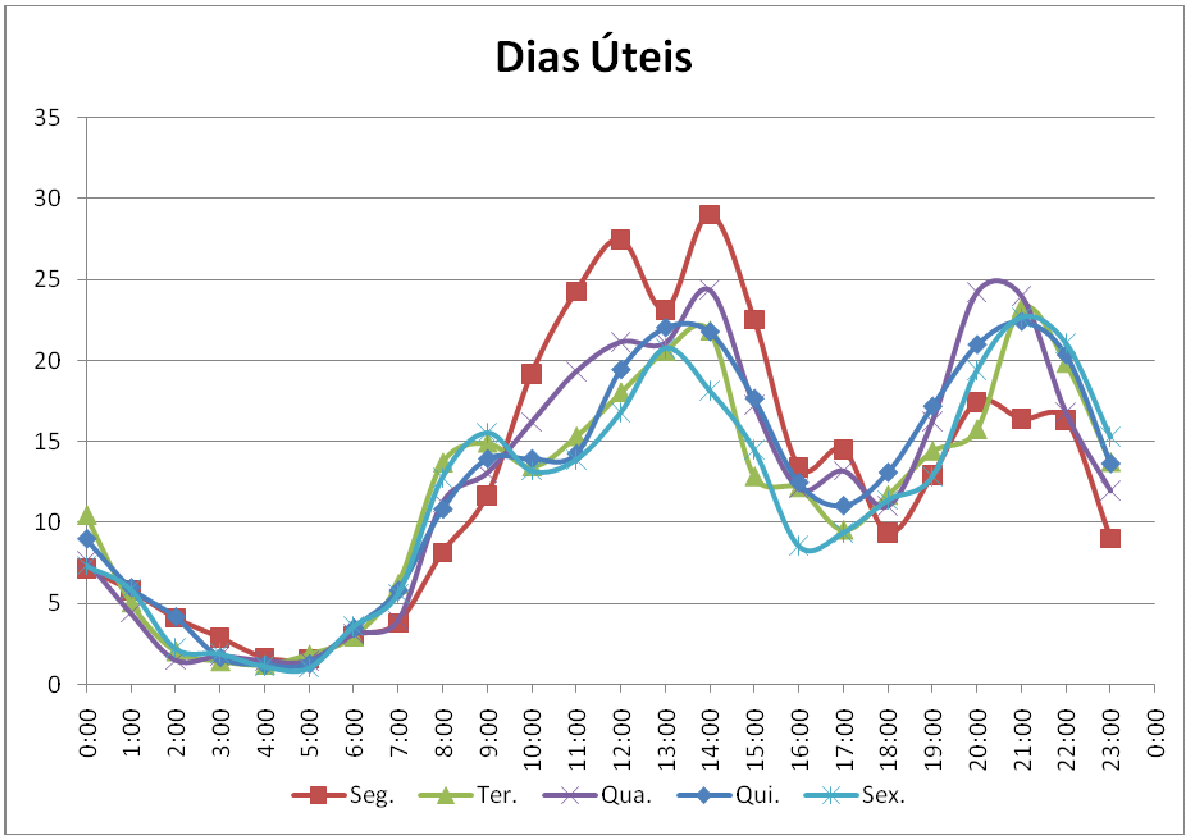


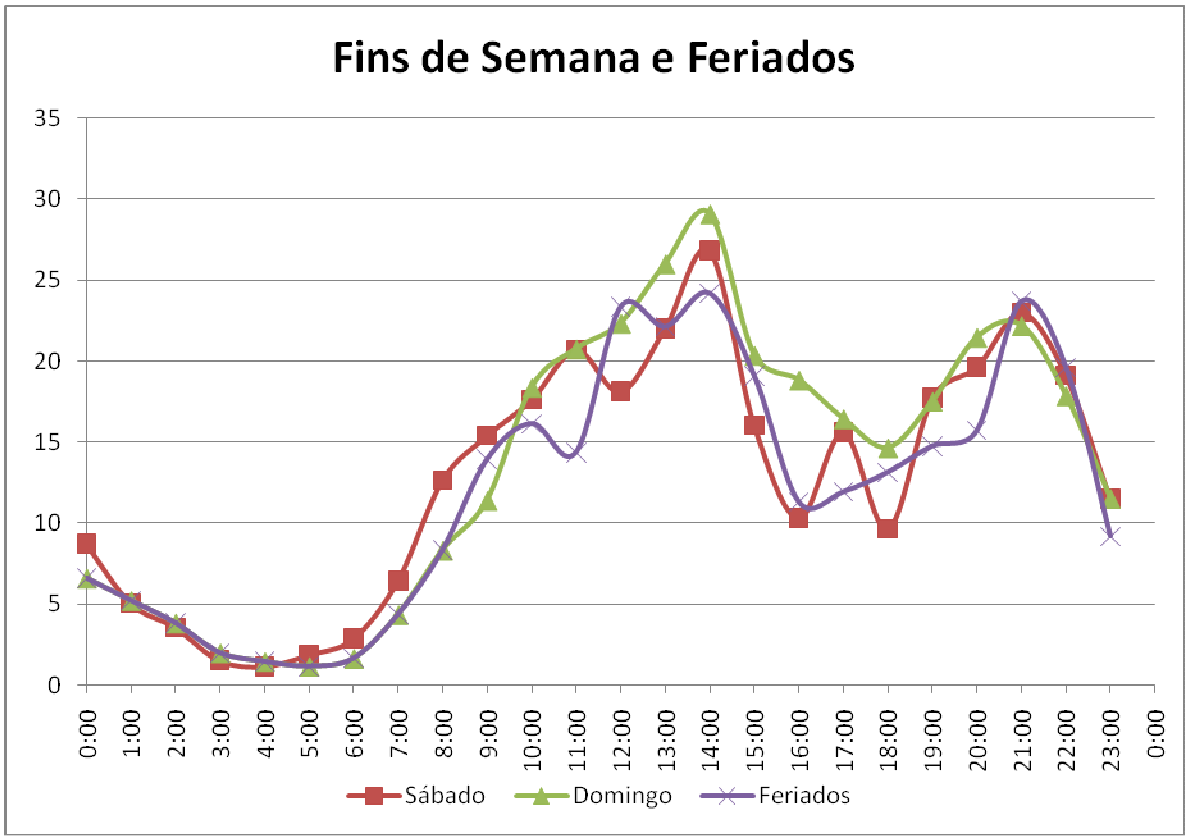


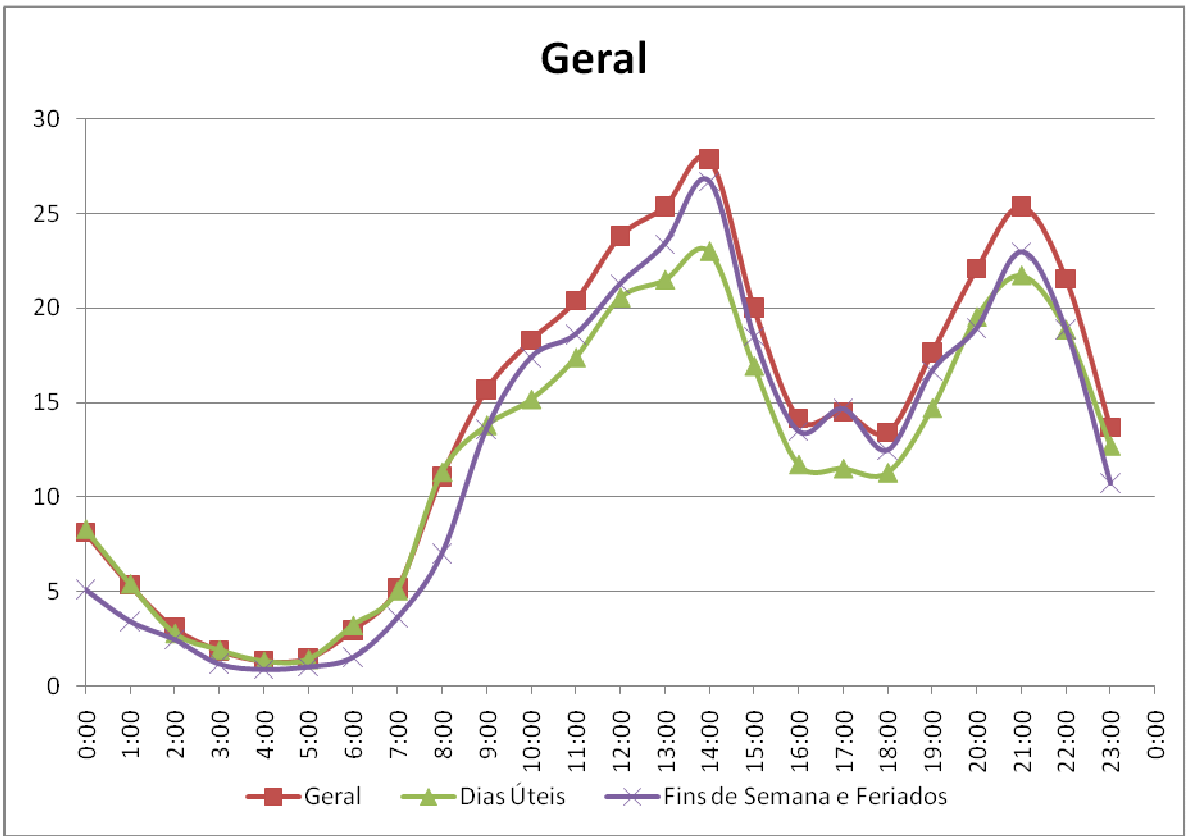

Geral
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

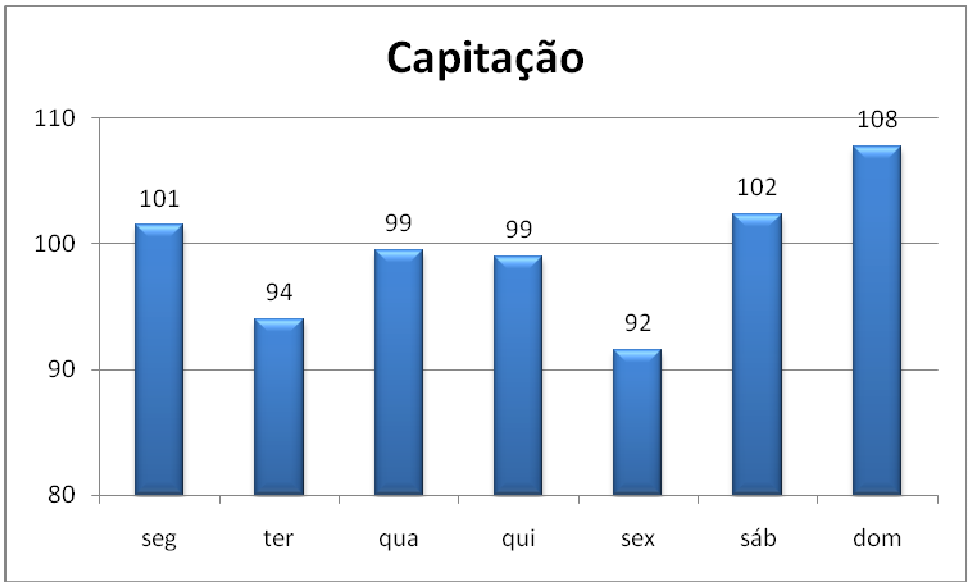

Capitação
160
140
120
100
80
130
116
127
125
121
125
149
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 3 Moradores

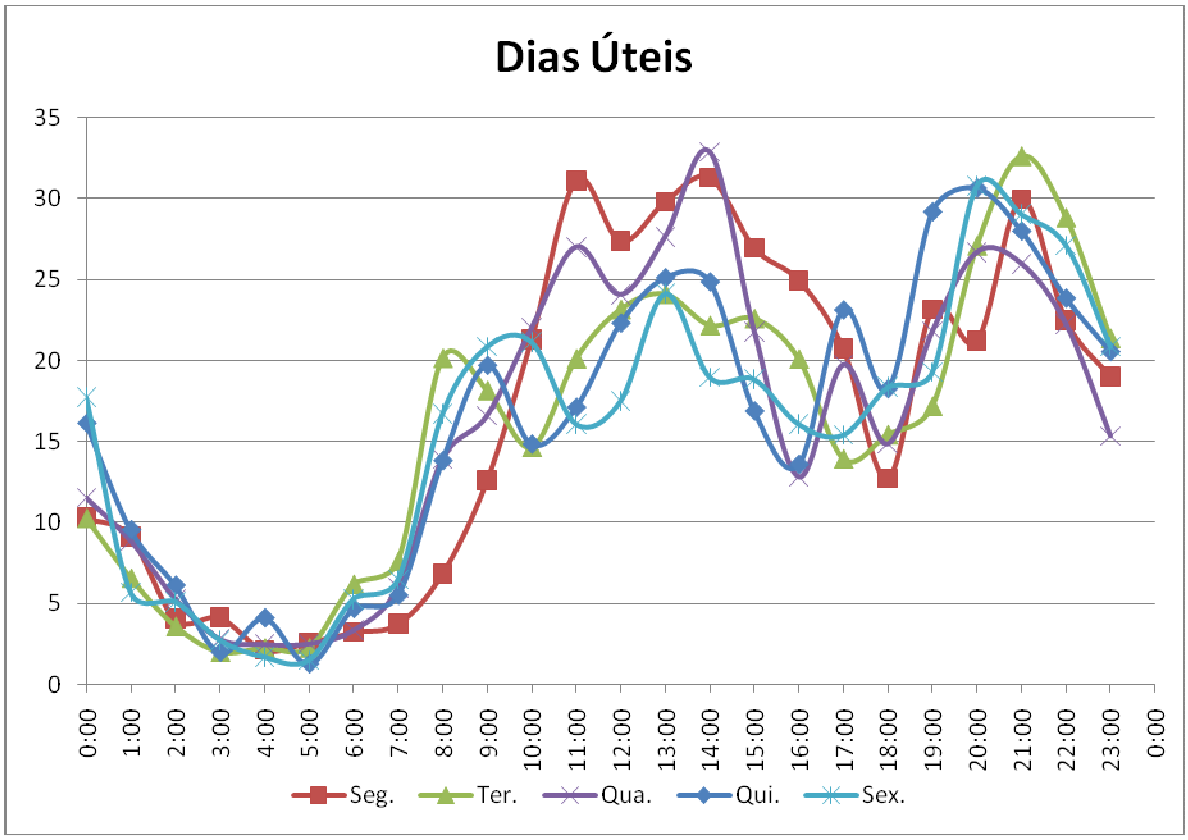


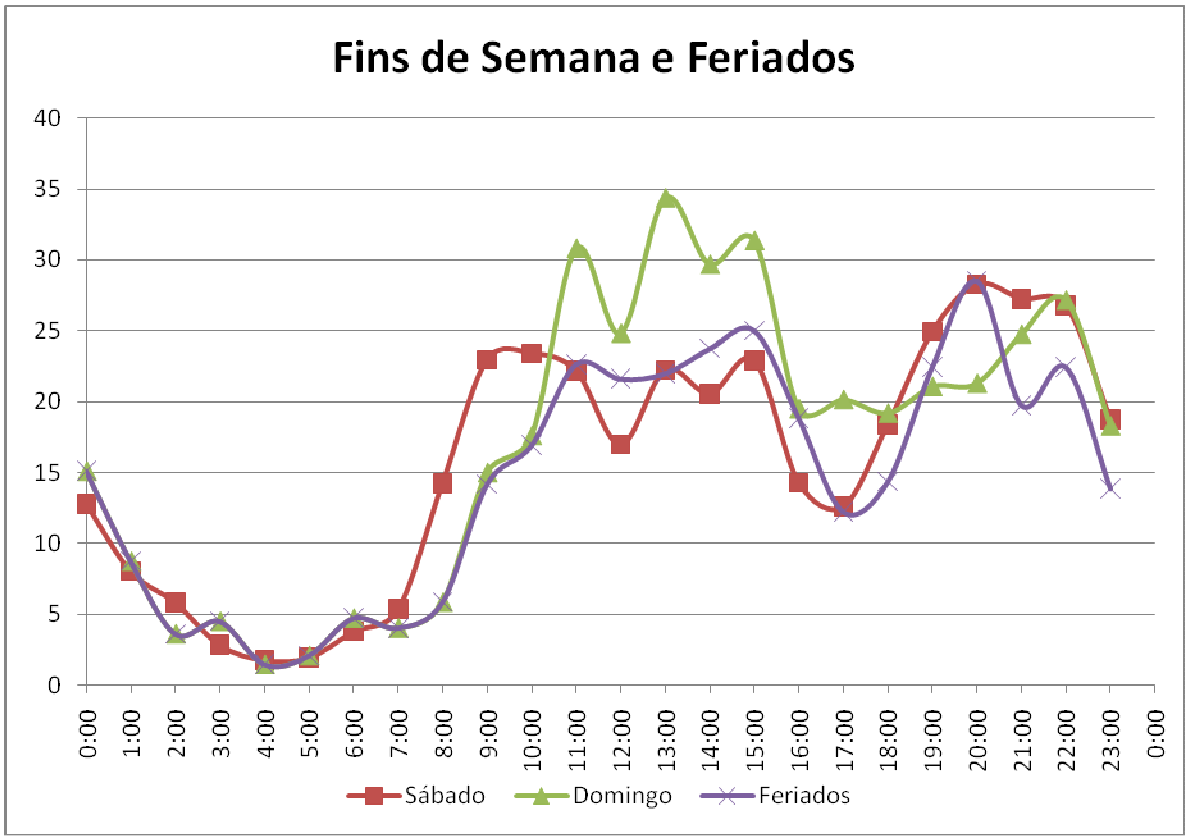


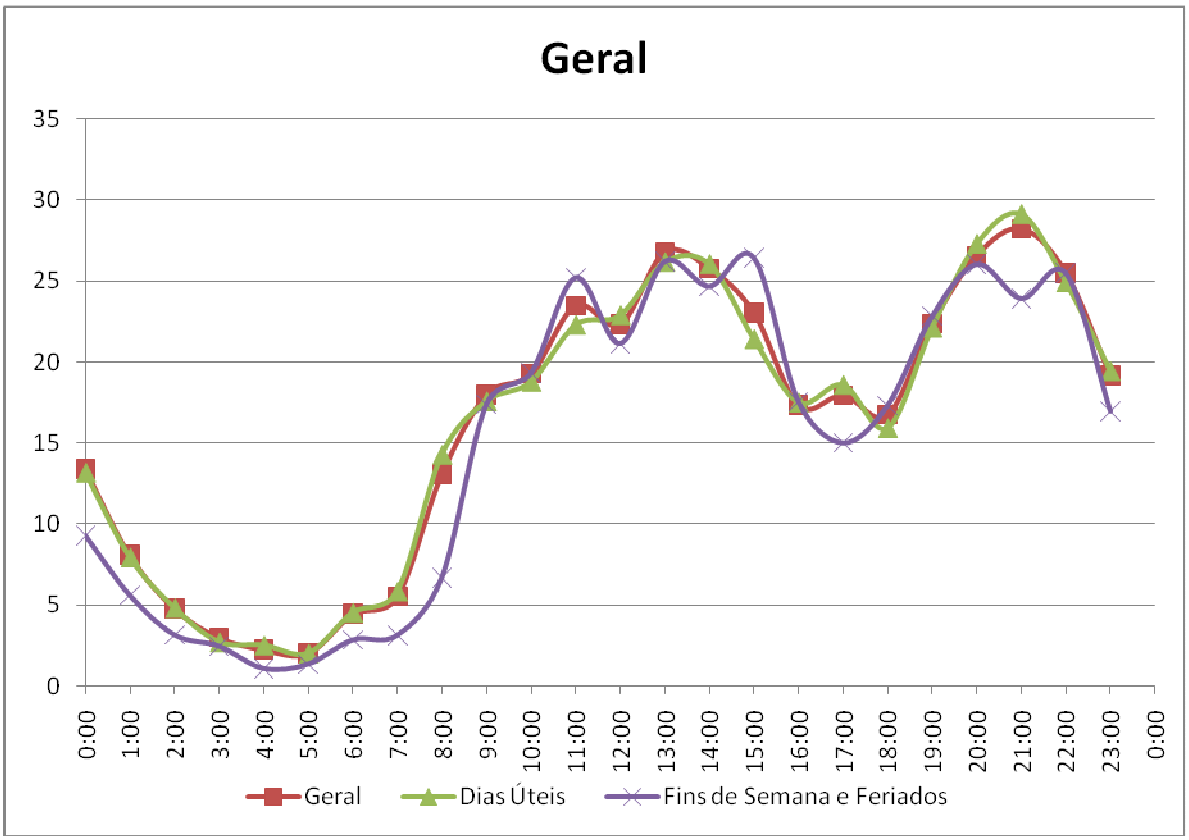

Geral
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

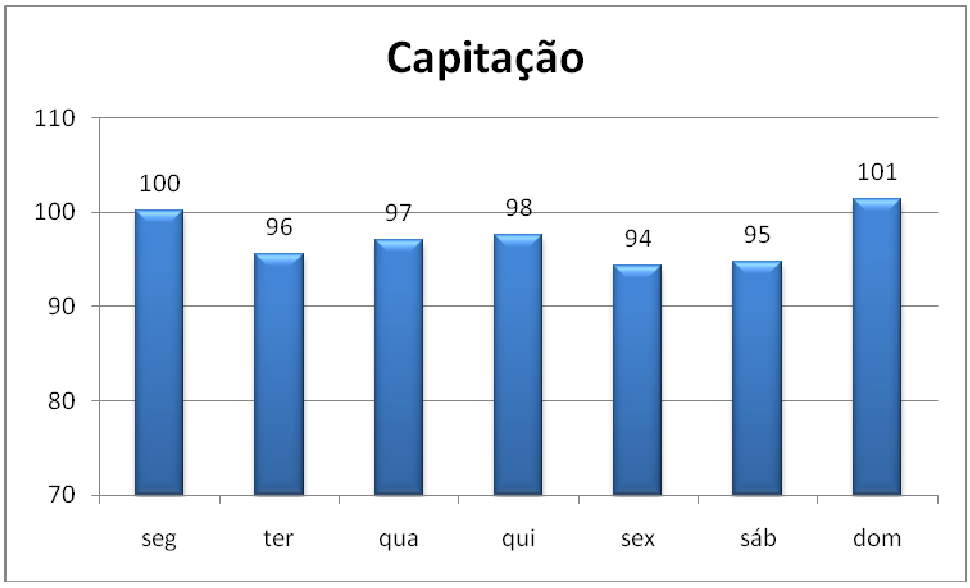

Capitação
110
100
90
80
101
94
99
99
92
102
108
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 4 Moradores

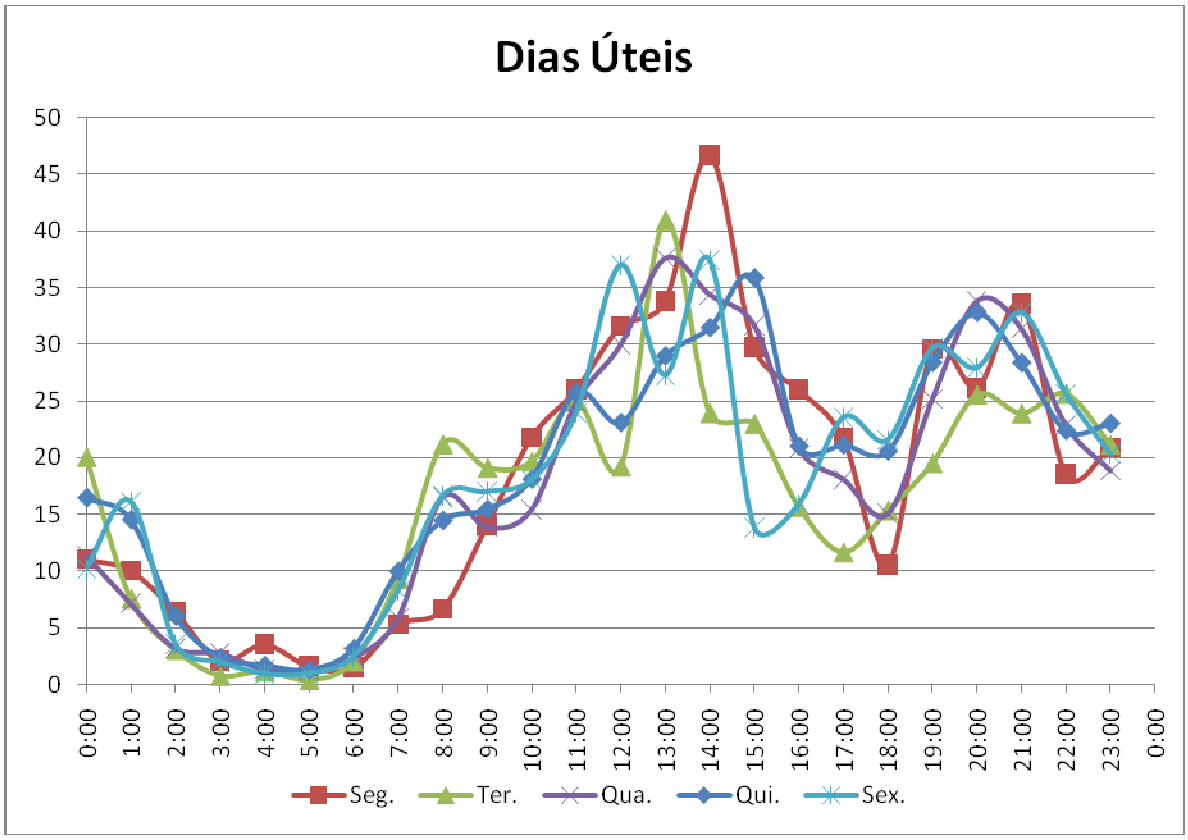


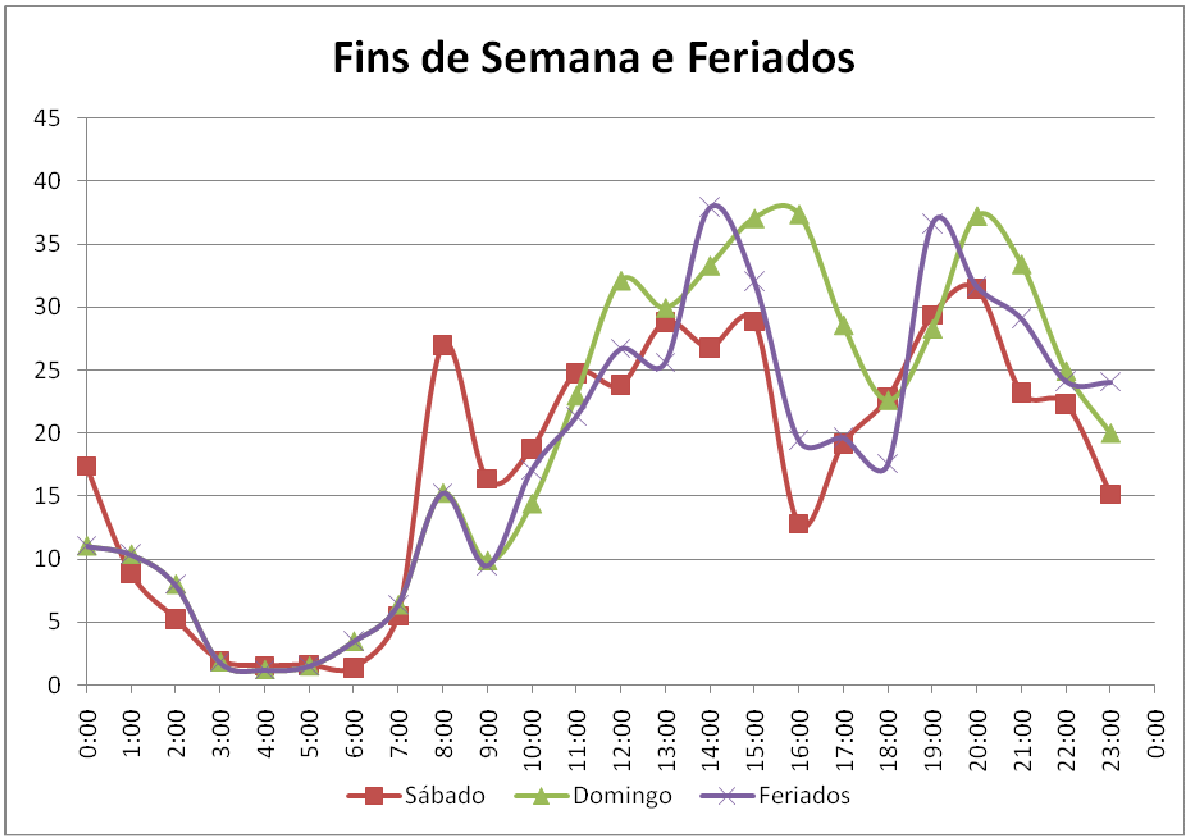


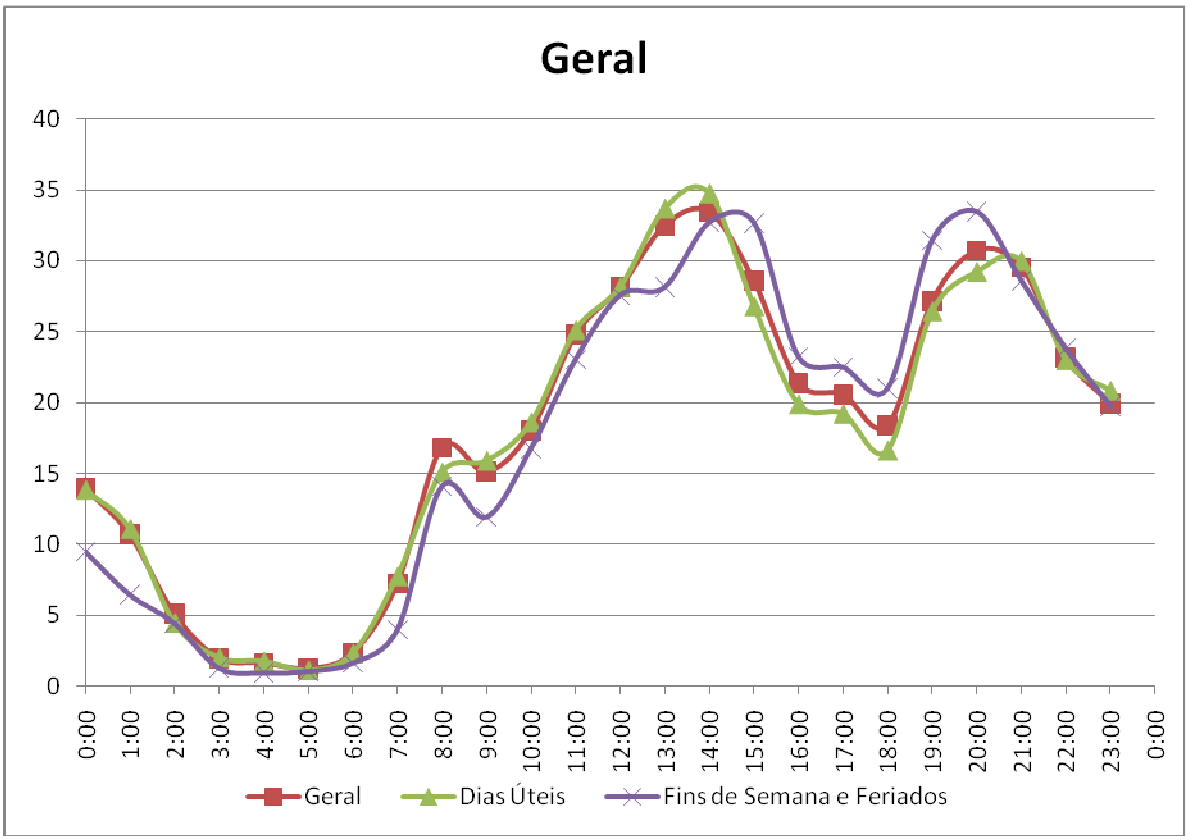

Geral
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

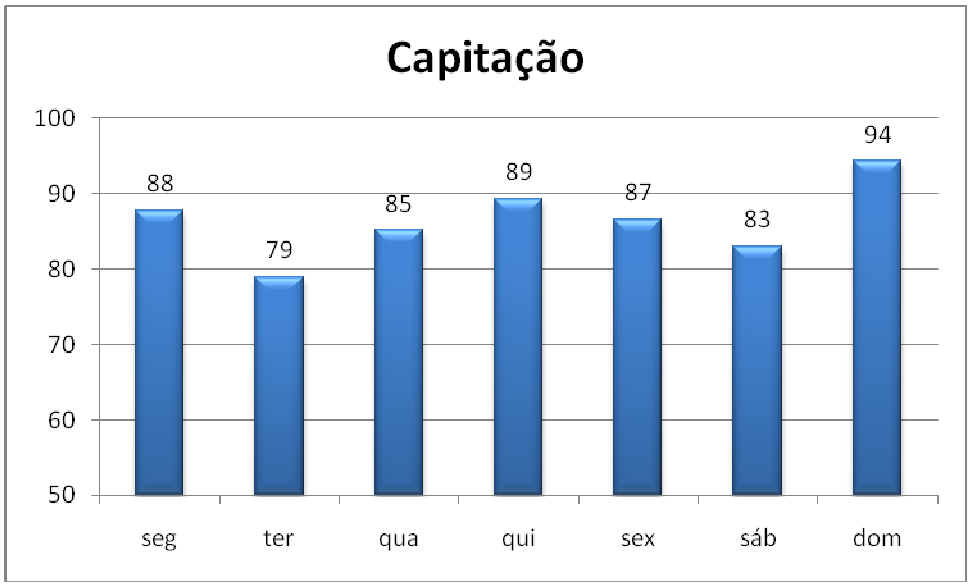

Capitação
110
100
90
80
70
100
96
97
98
94
95
101
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 5 Moradores

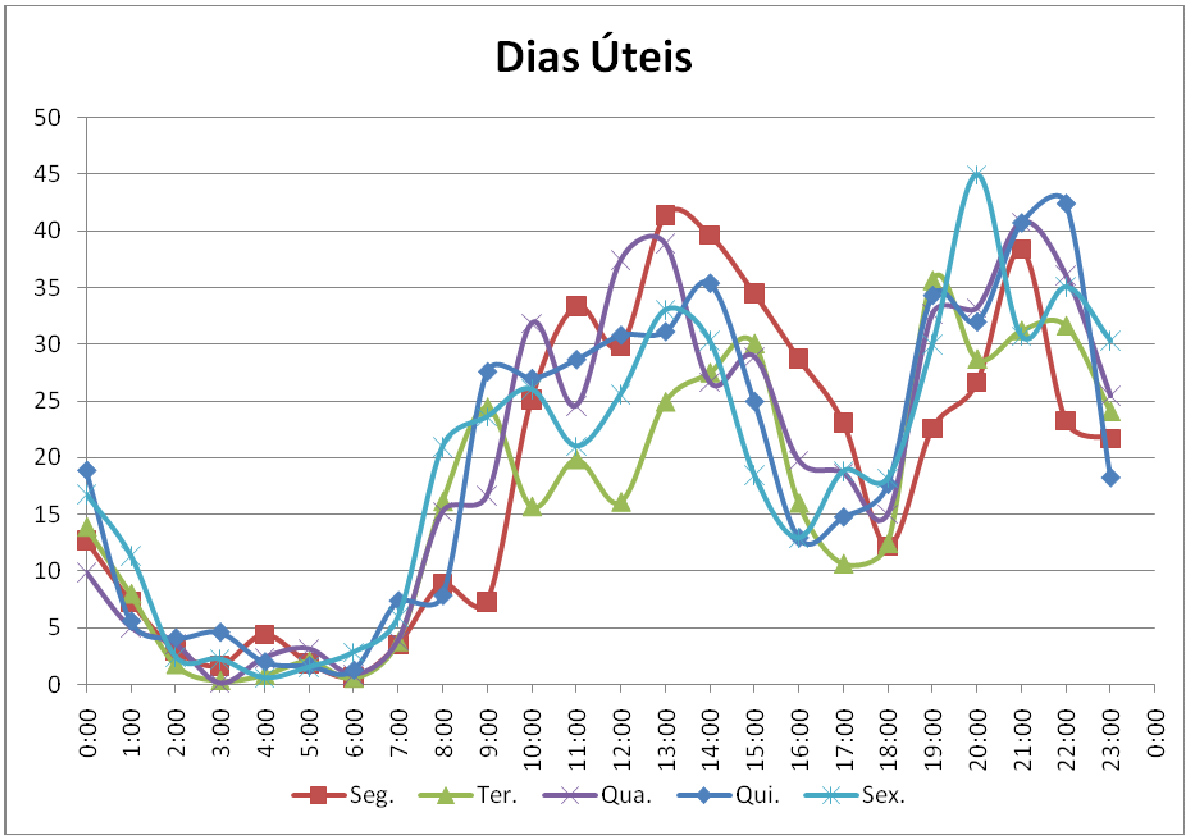


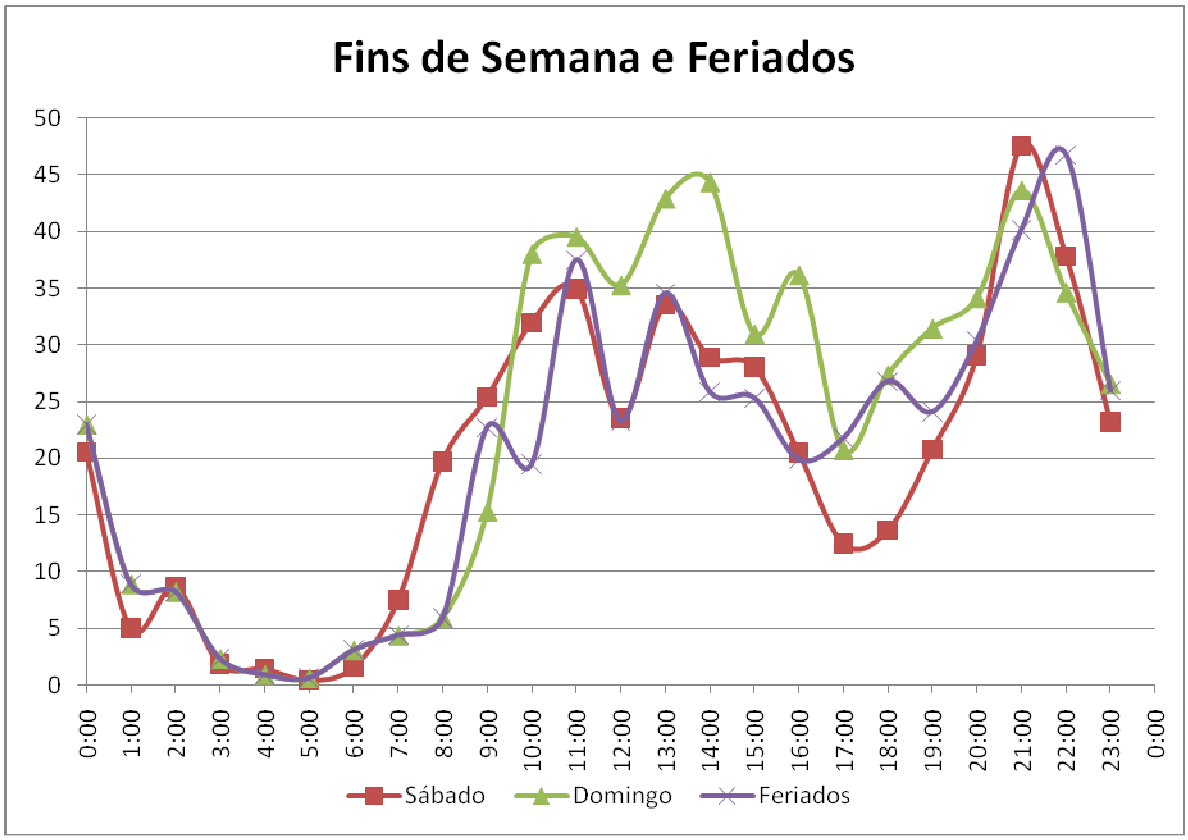


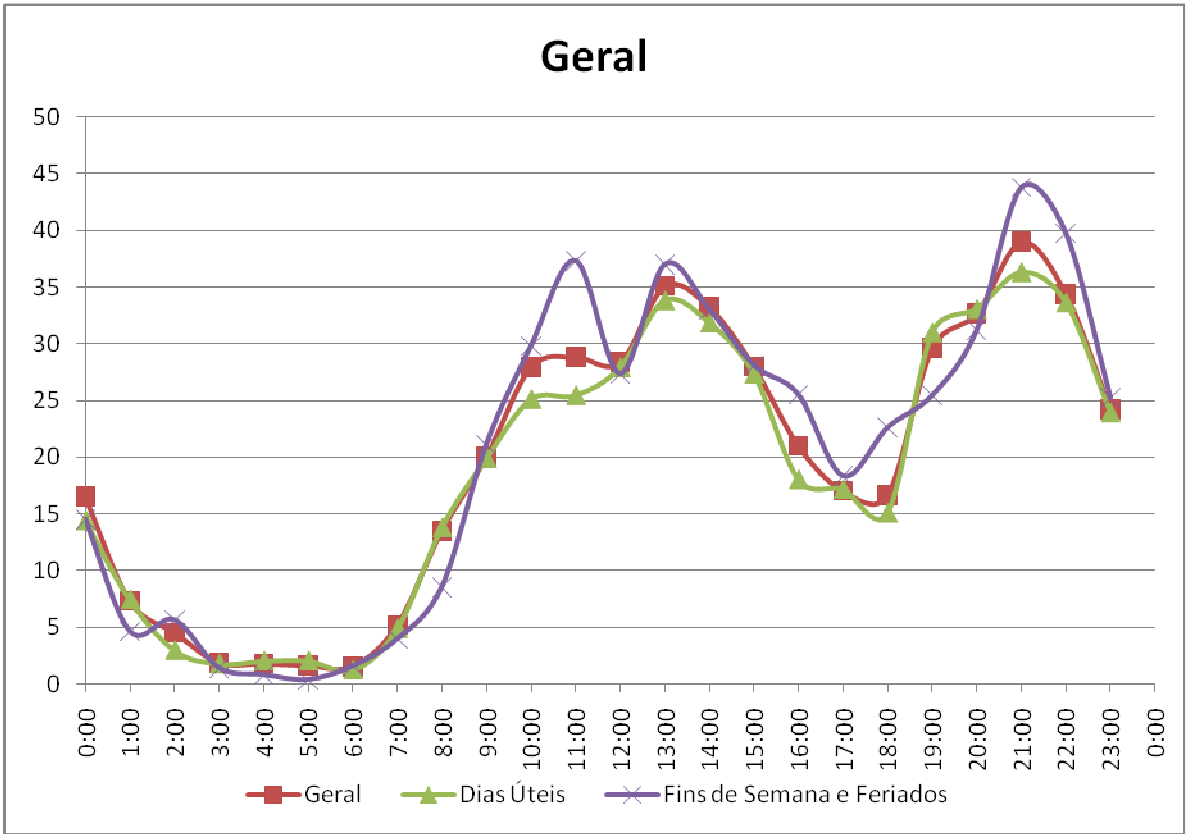

Geral
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

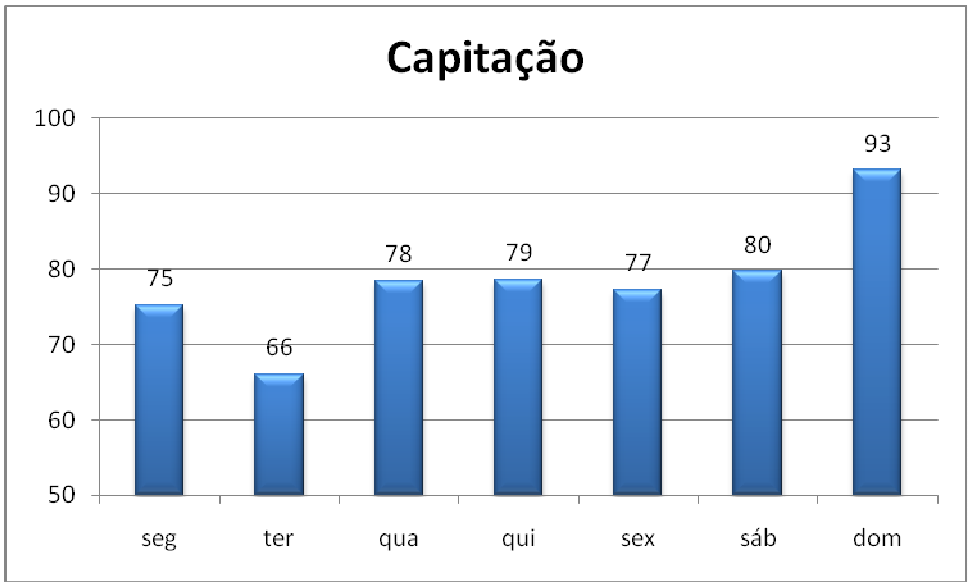

Capitação
100
90
80
70
60
50
88
79
85
89
87
83
94
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 6 Moradores

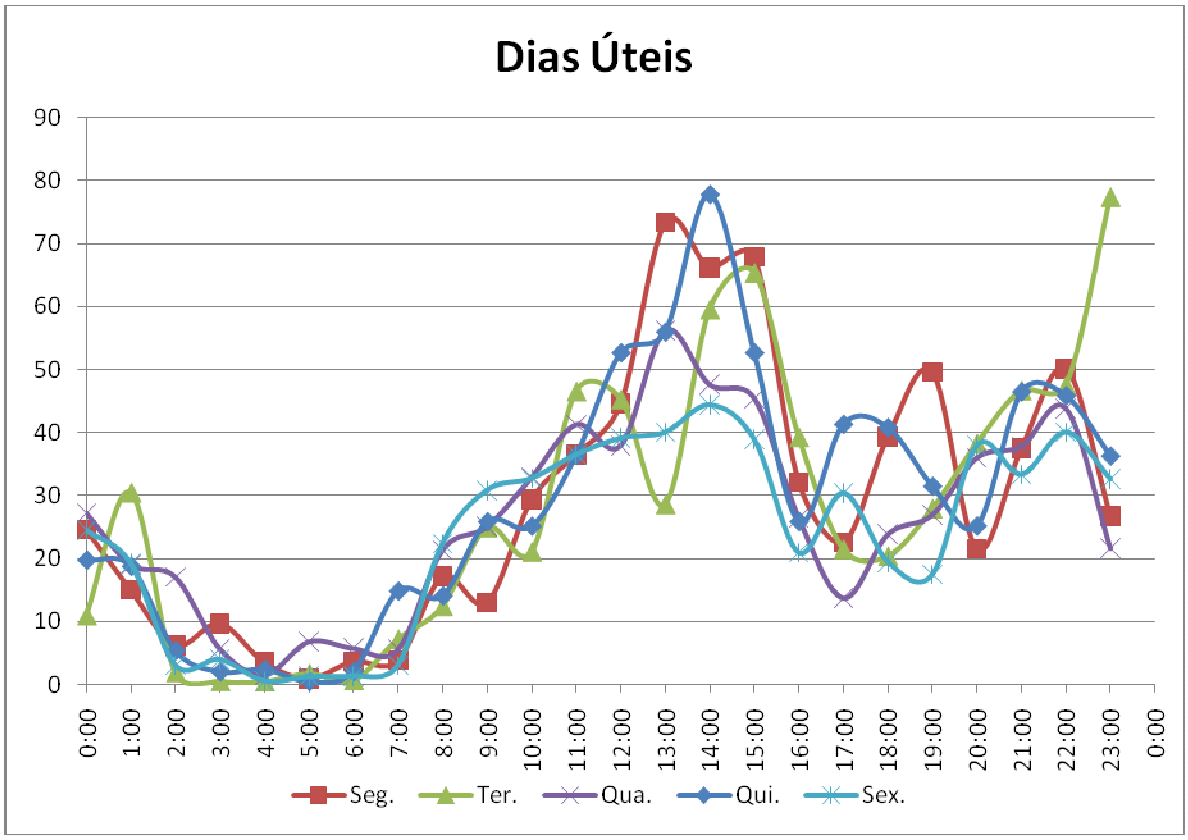


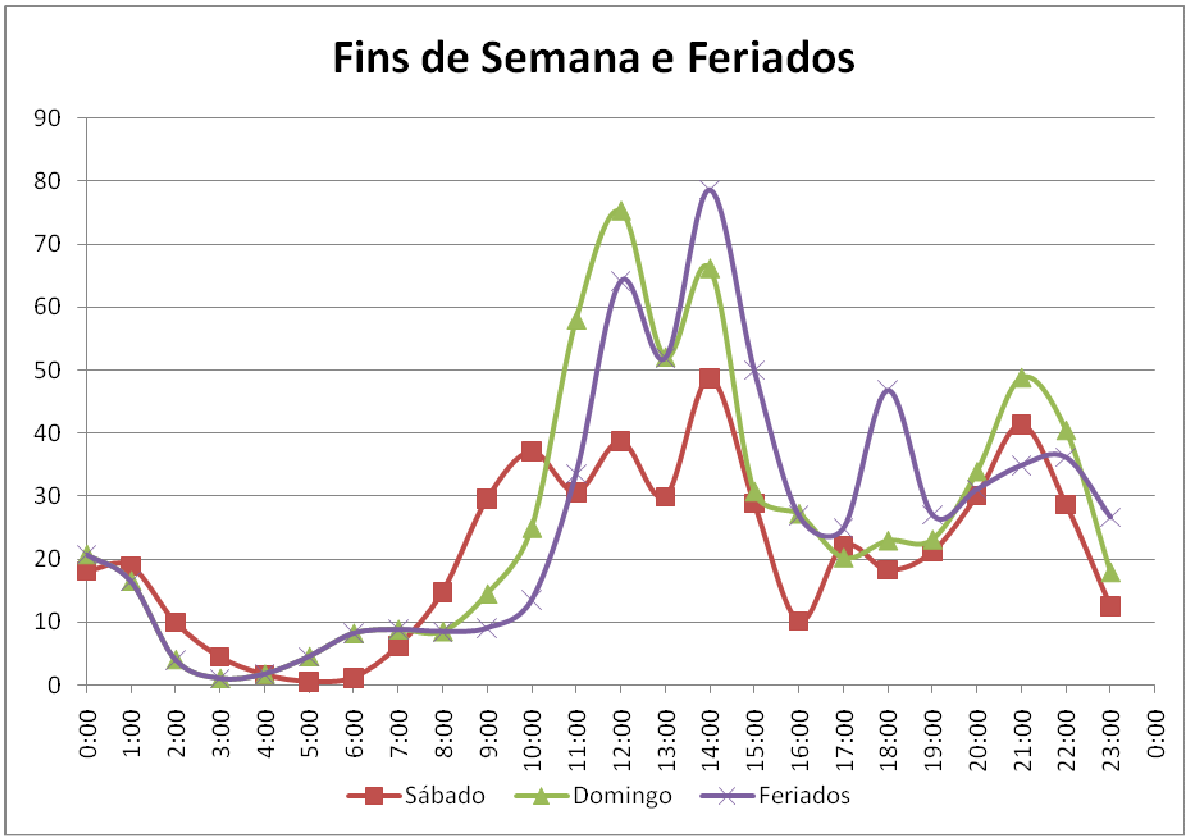


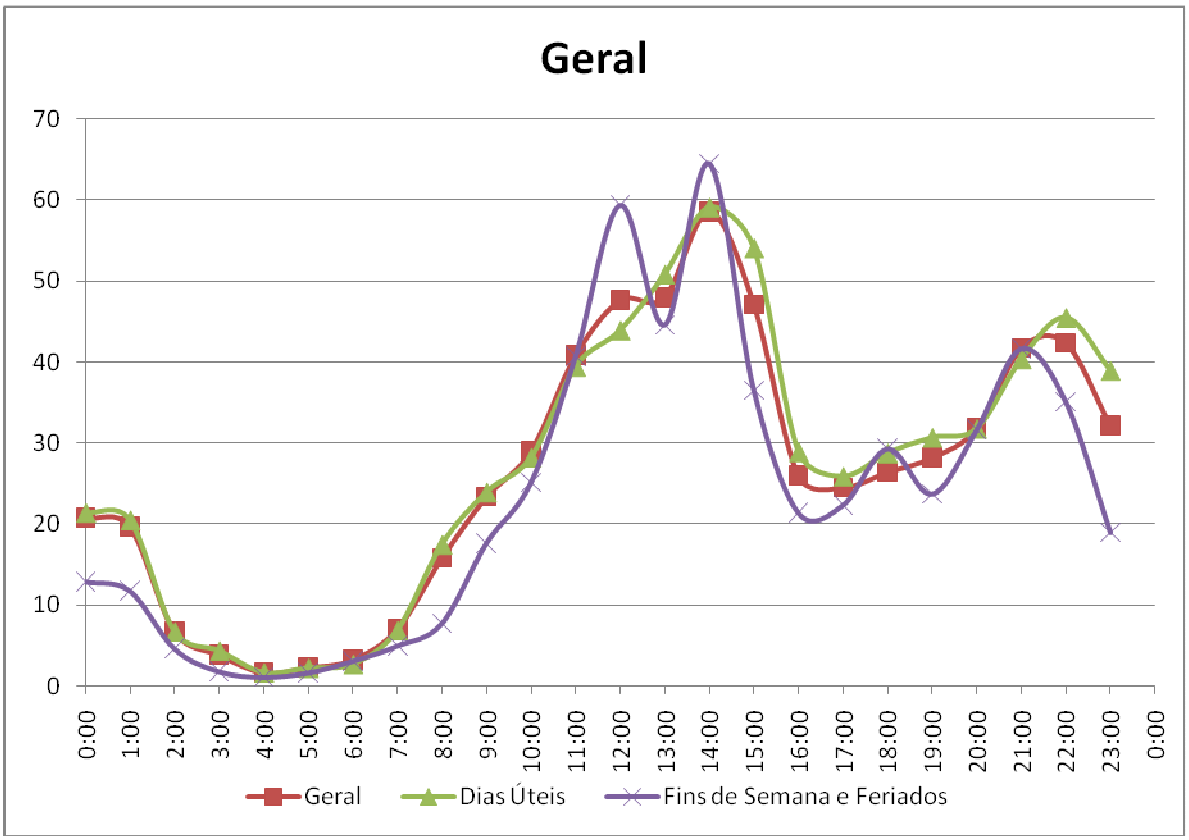

Geral
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

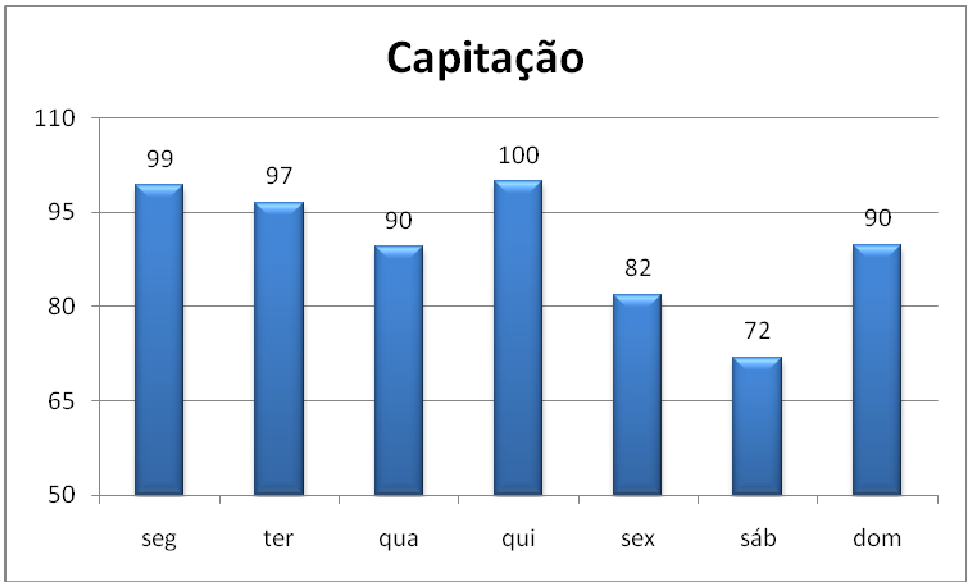

Capitação
100
90
80
70
60
50
75
66
78
79
77
80
93
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 7 Moradores

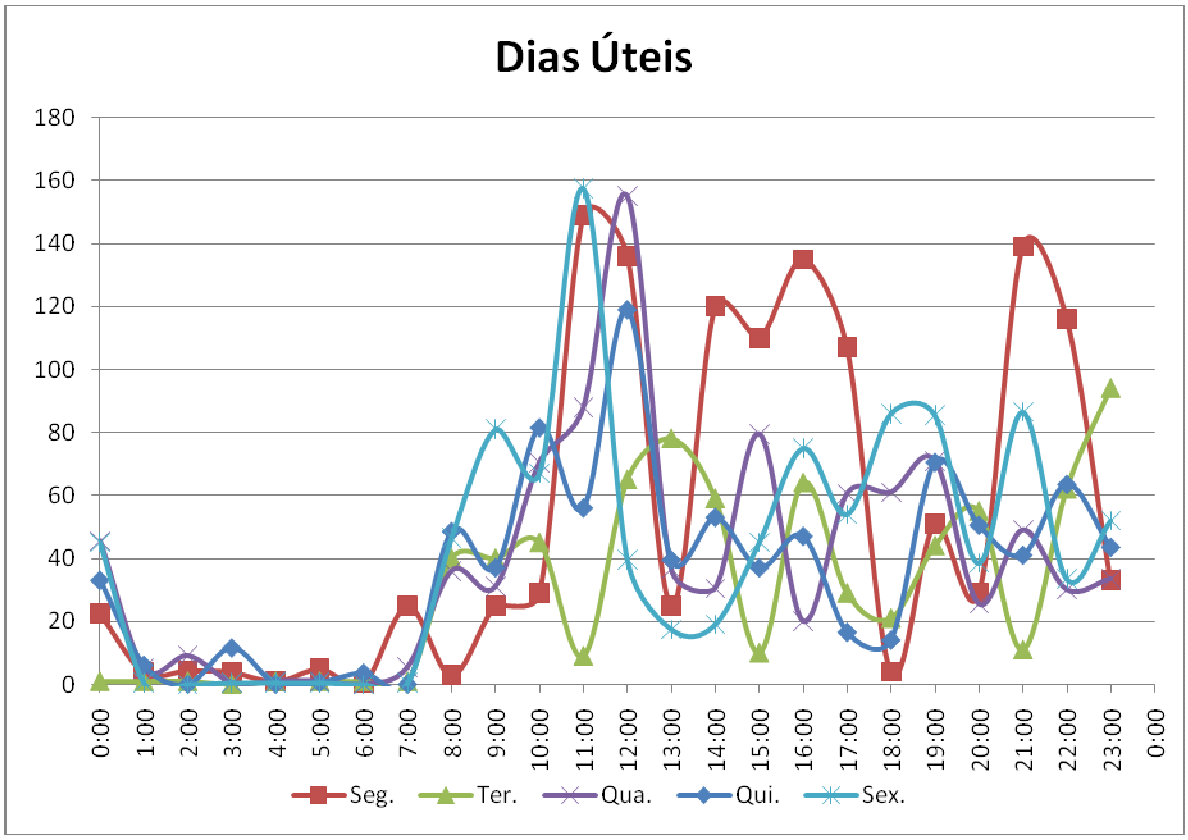


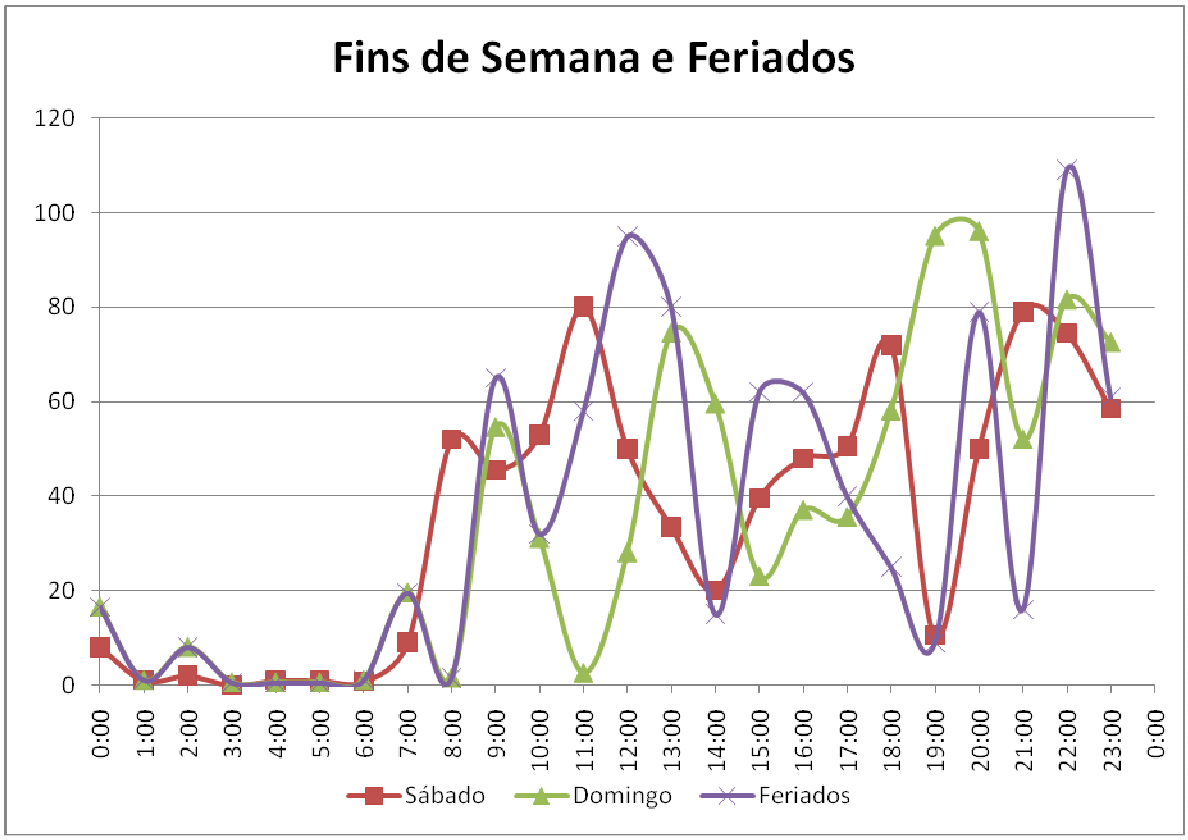


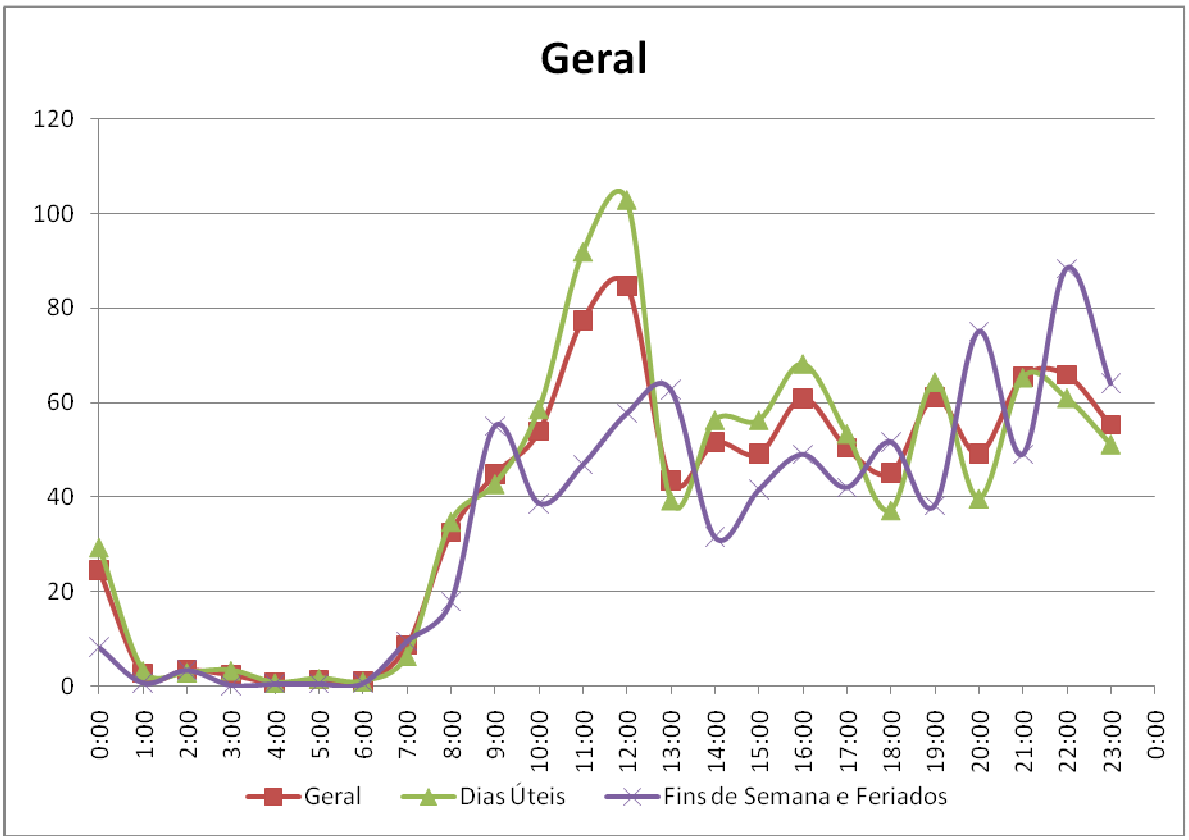

Geral
70
60
50
40
30
20
10
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

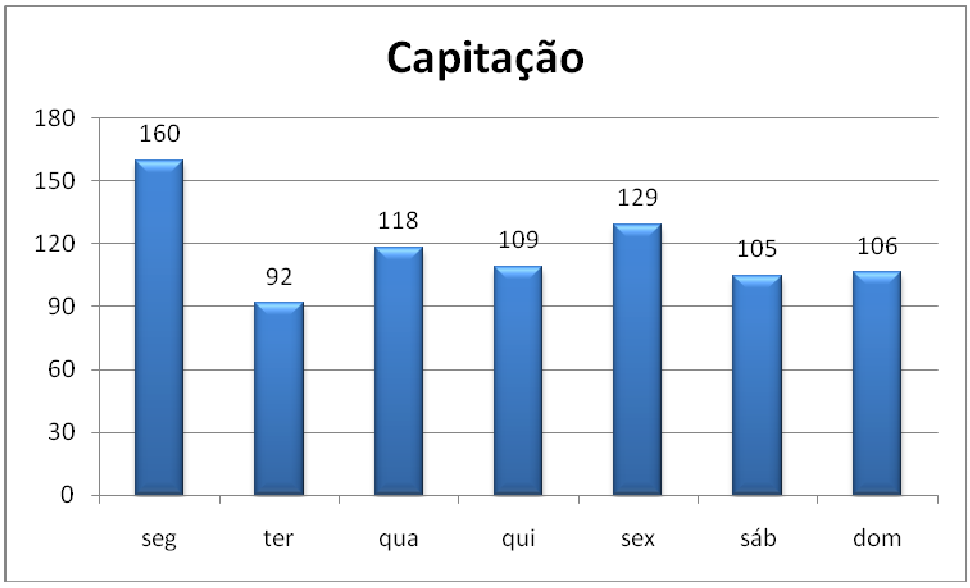

Capitação
110
95
80
65
50
99
97
90
100
82
72
90
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação com 8 Moradores

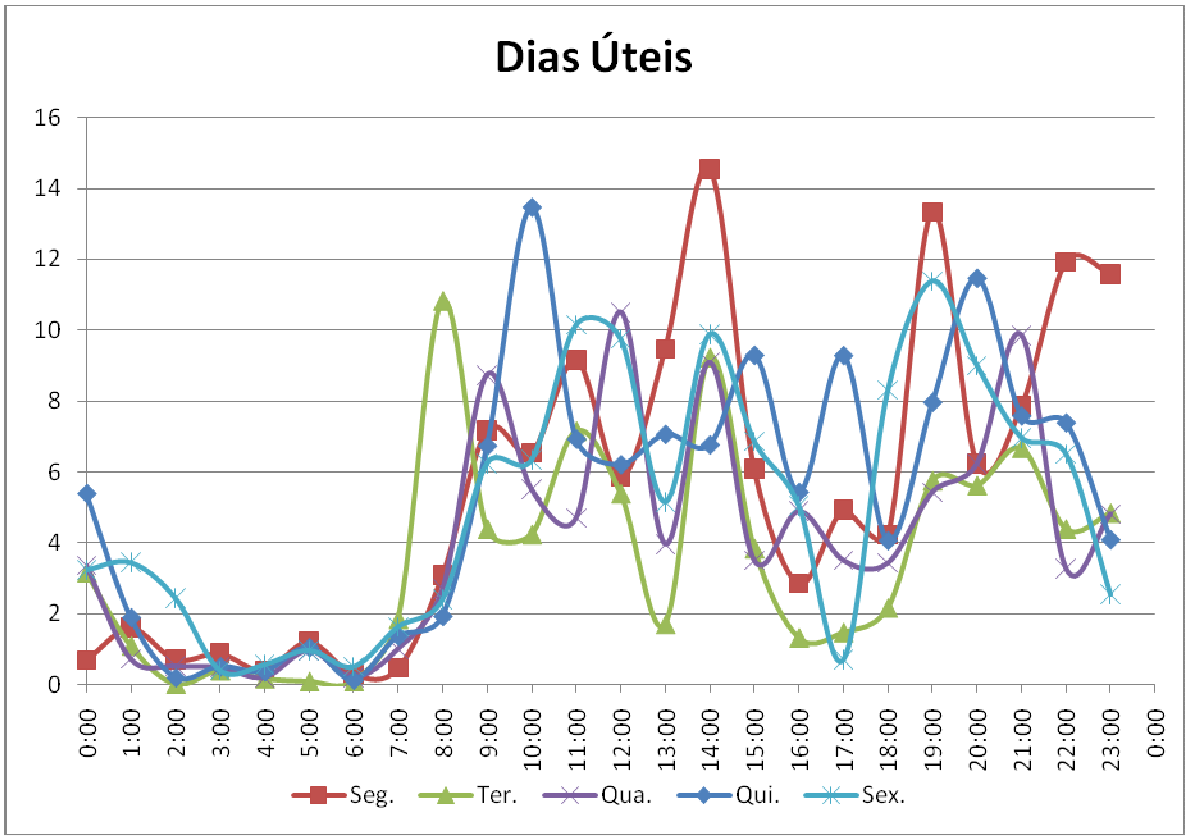


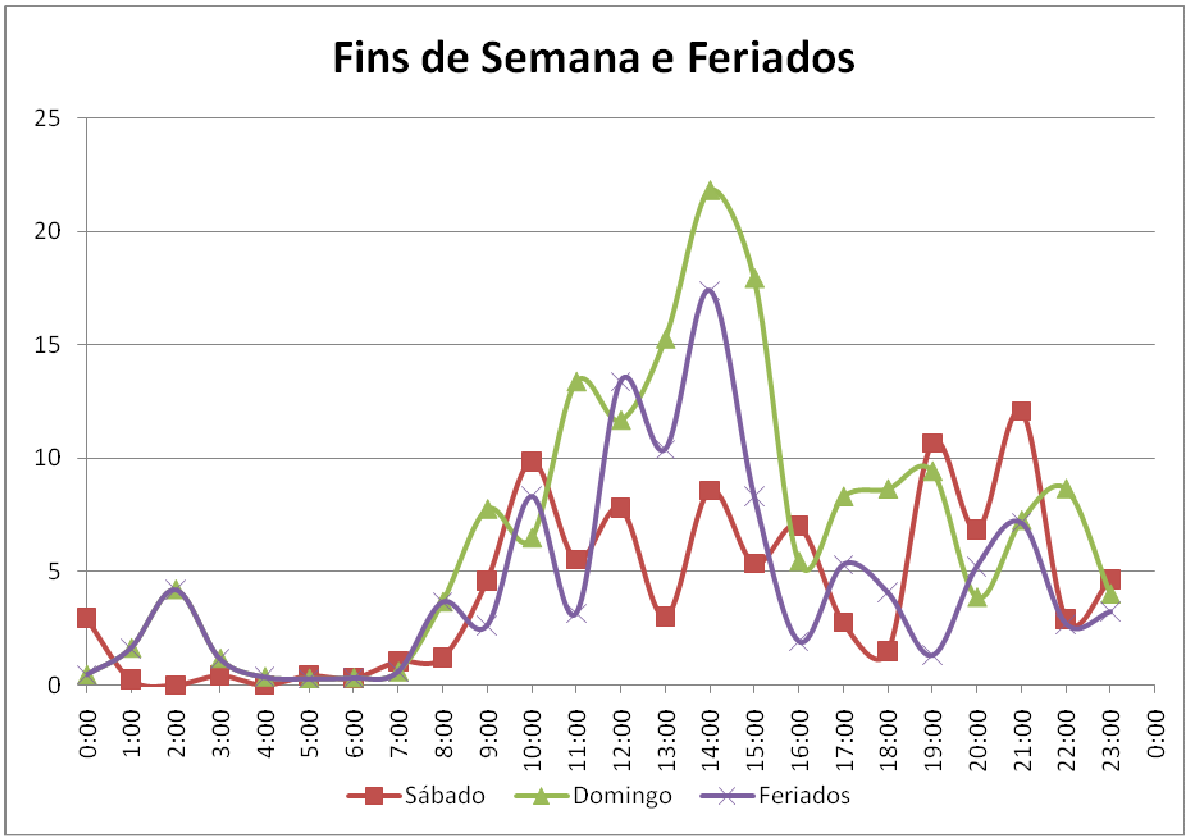


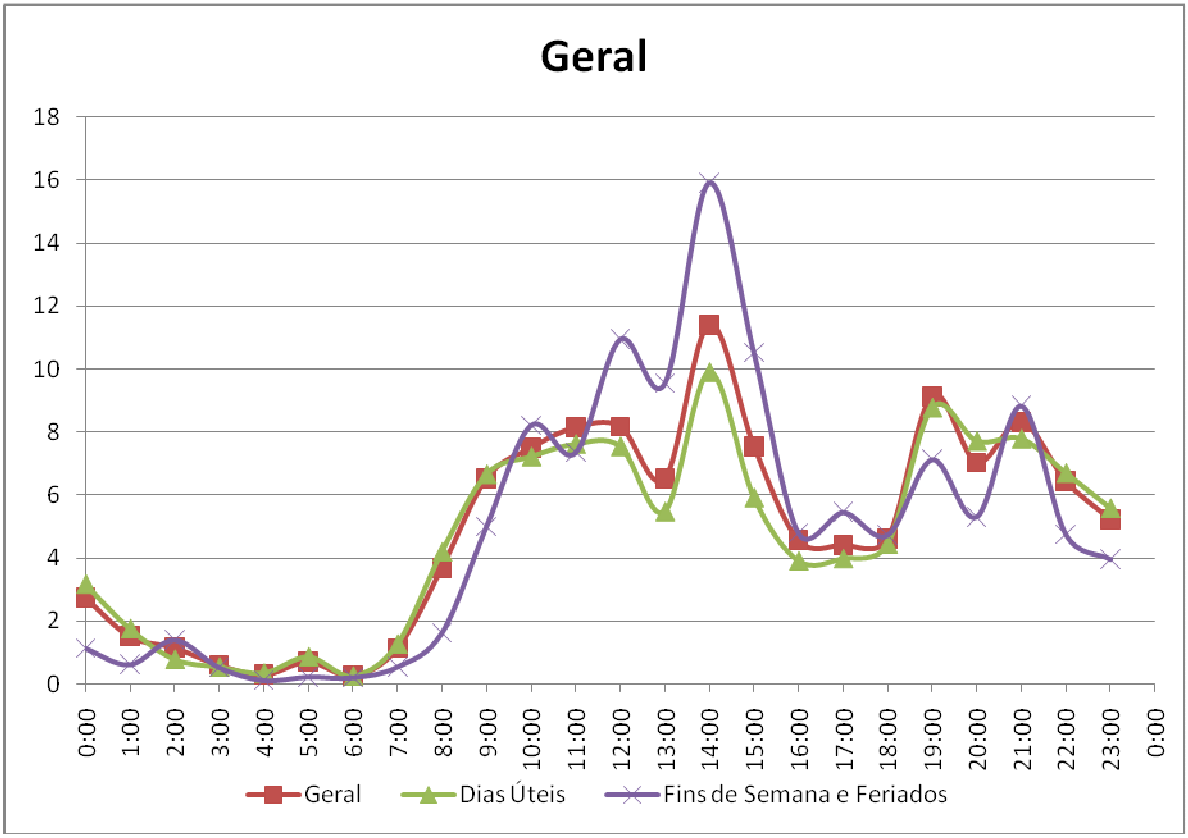

Geral
120
100
80
60
40
20
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

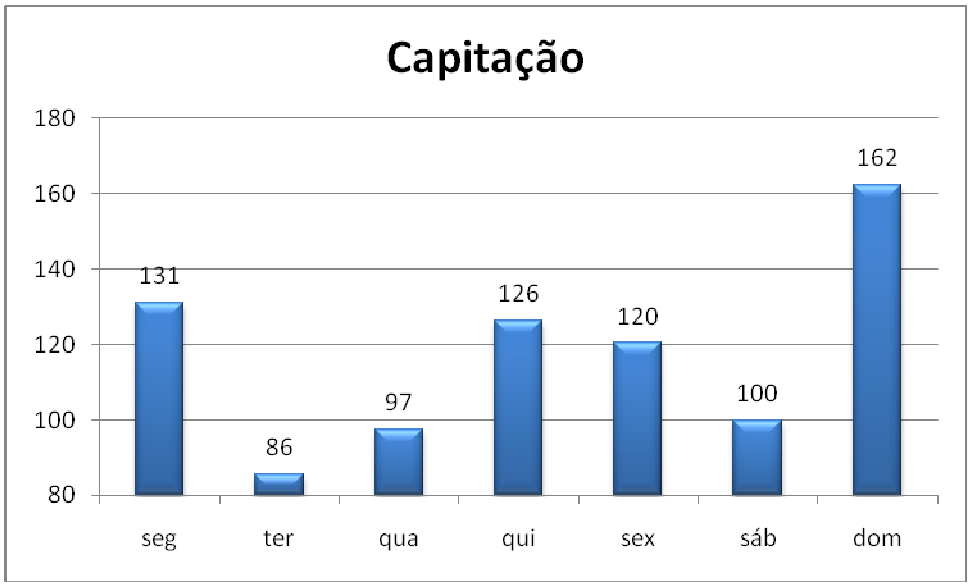

Capitação
180
150
120
90
60
30
0
160
92
118
109
129
105
106
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação tipologia T1

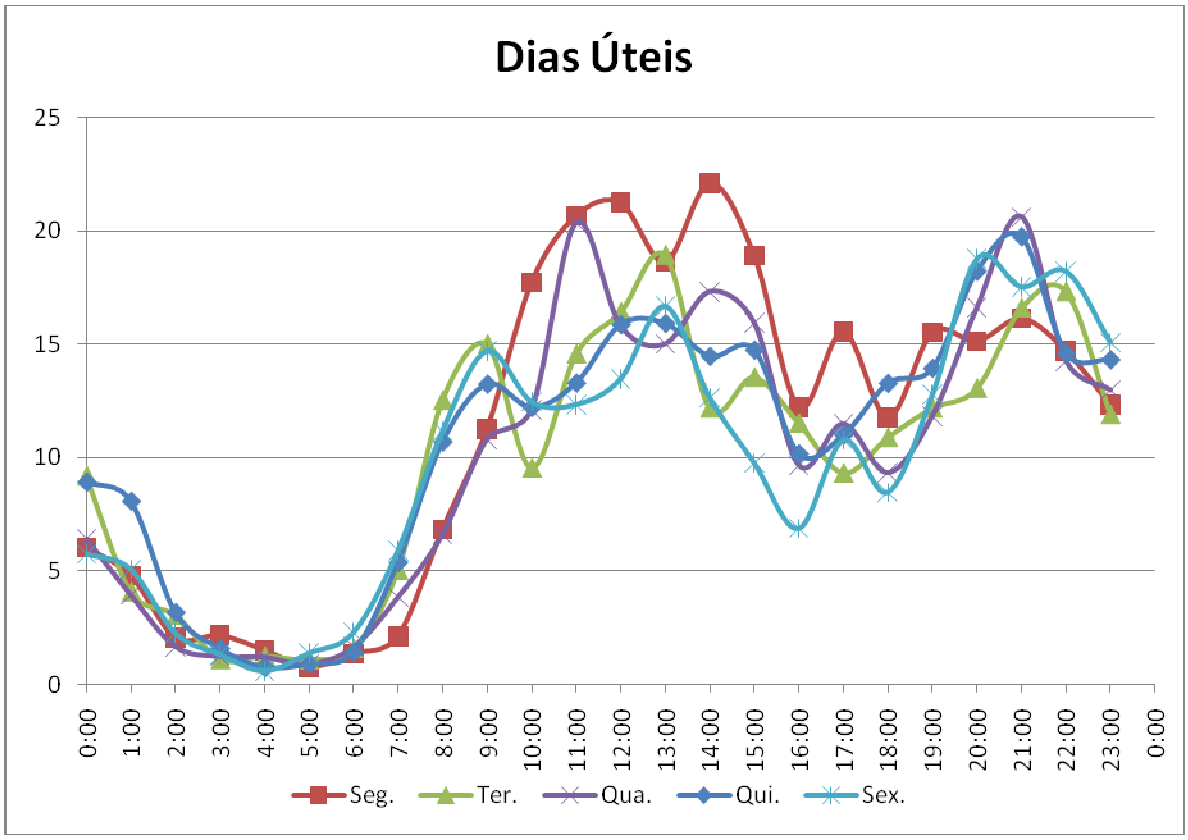


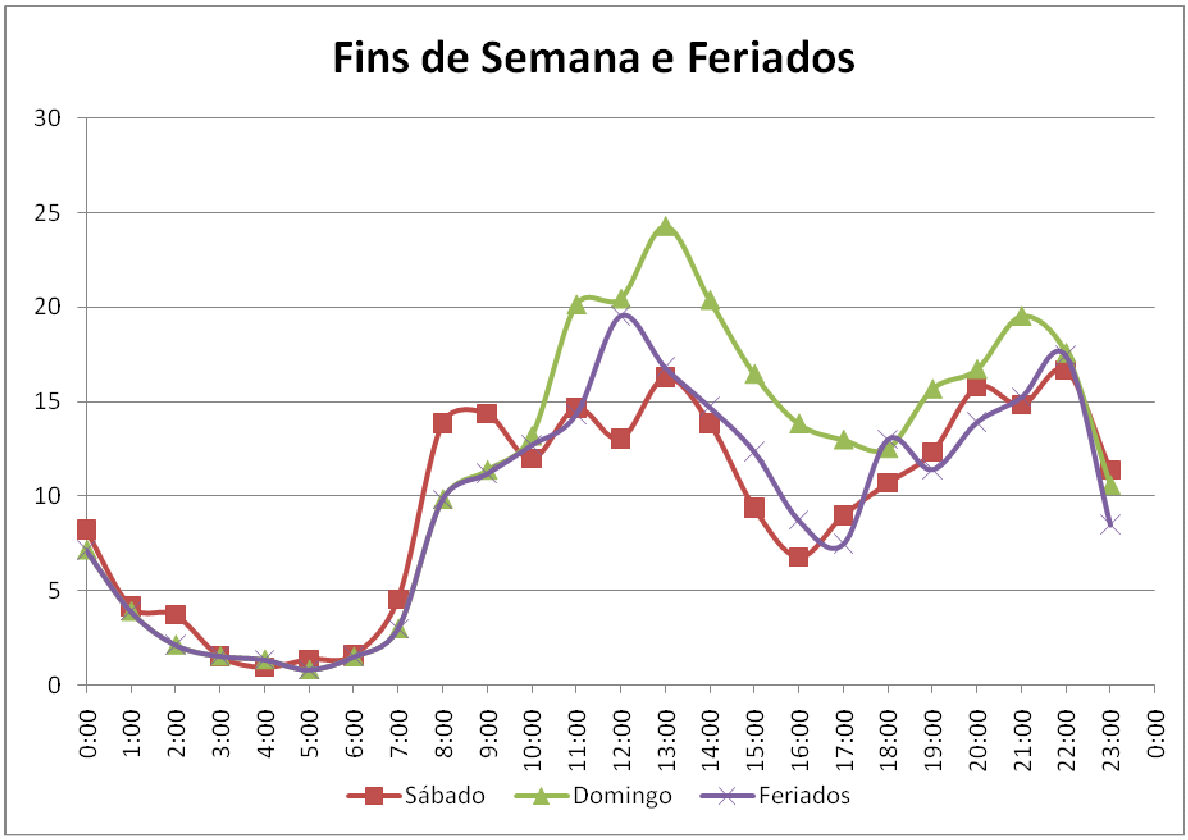


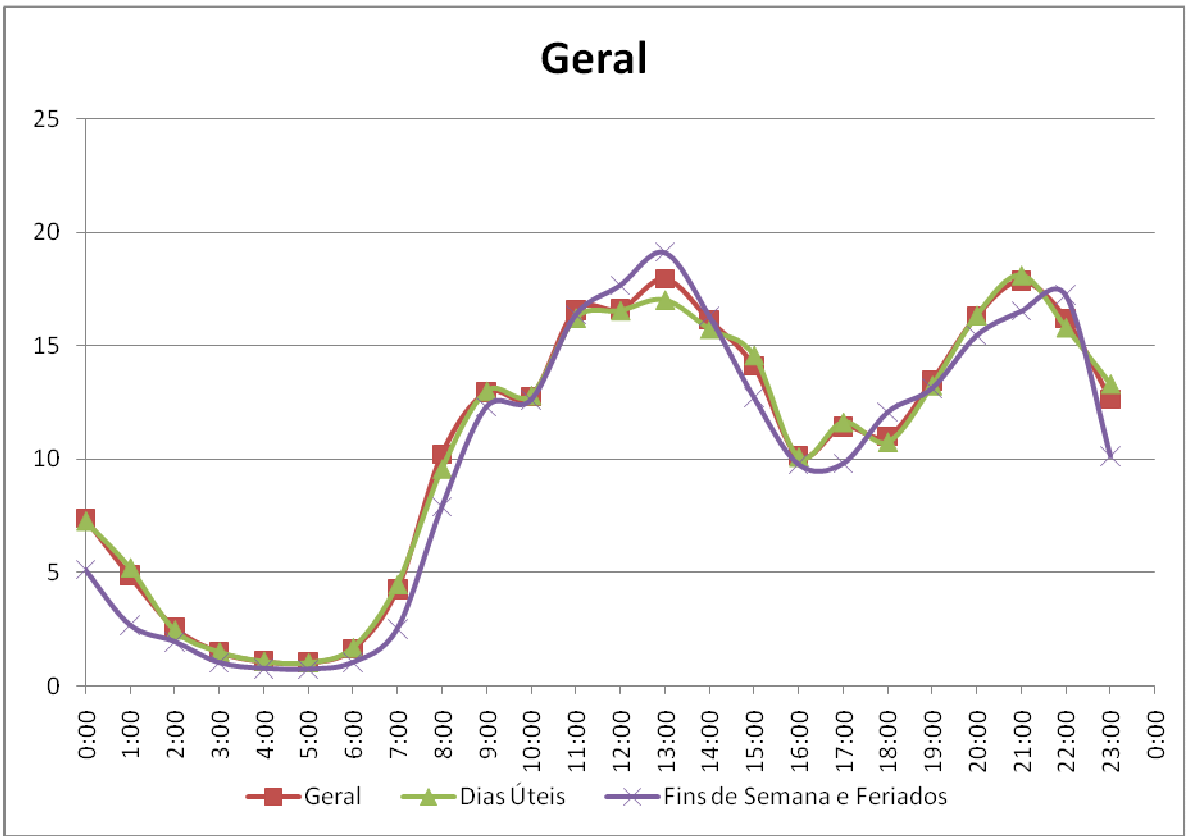

Geral
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

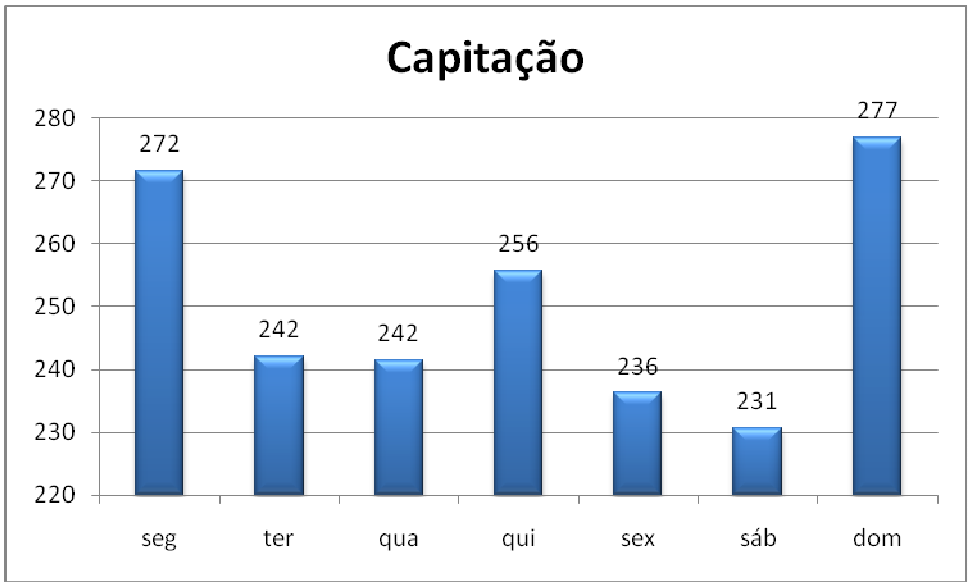

Capitação
180
160
140
120
100
80
131
86
97
126
120
100
162
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação tipologia T2

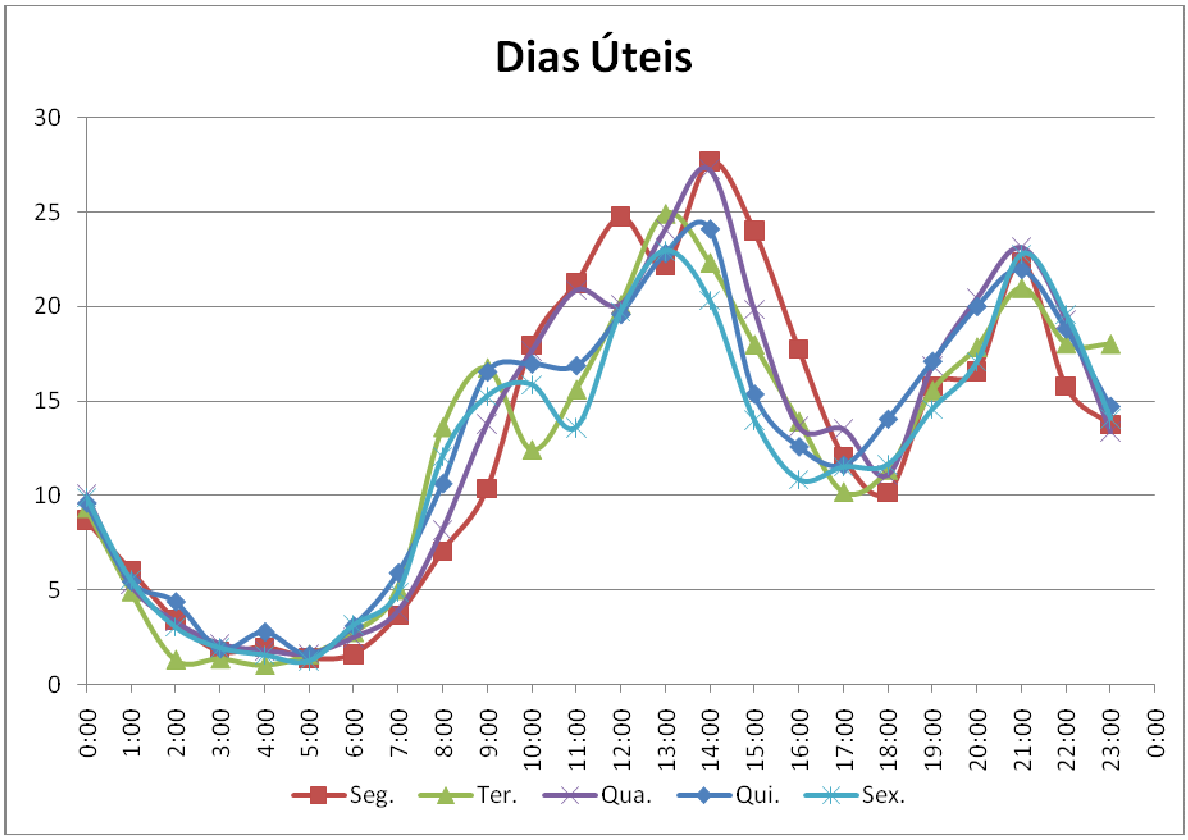


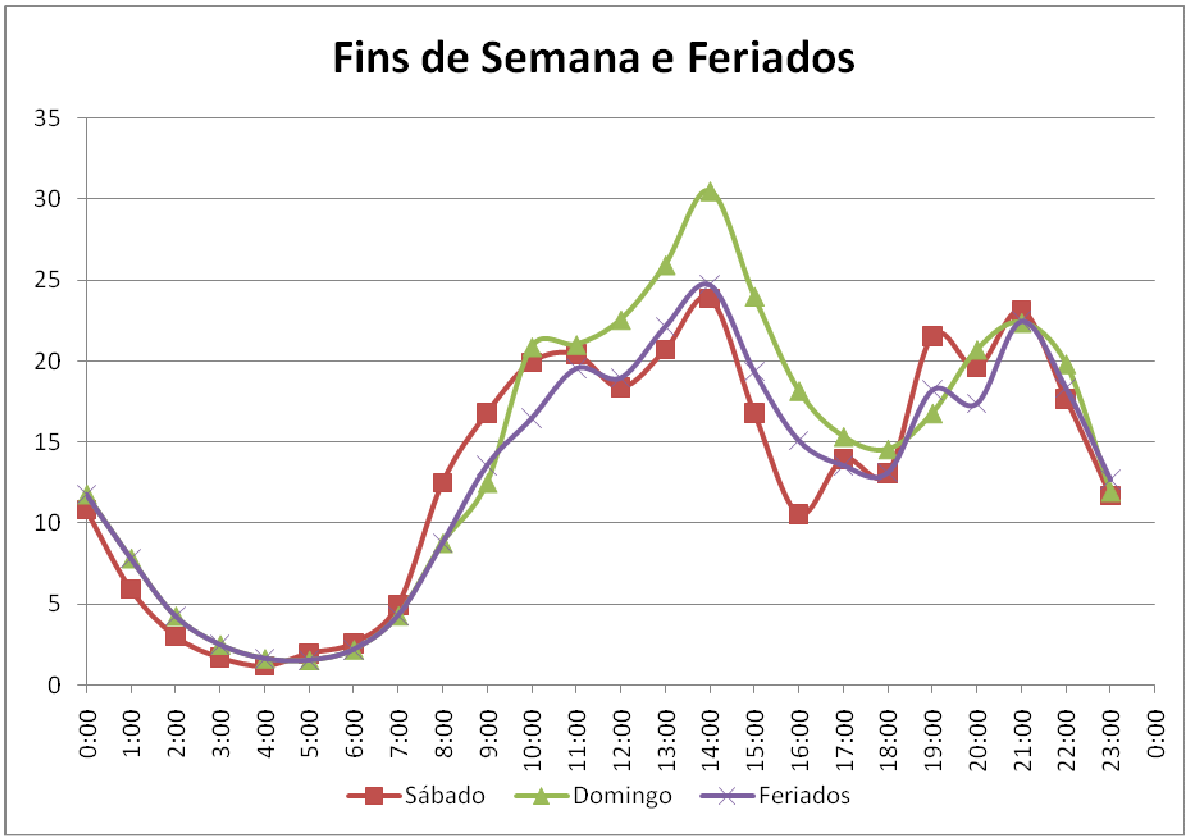


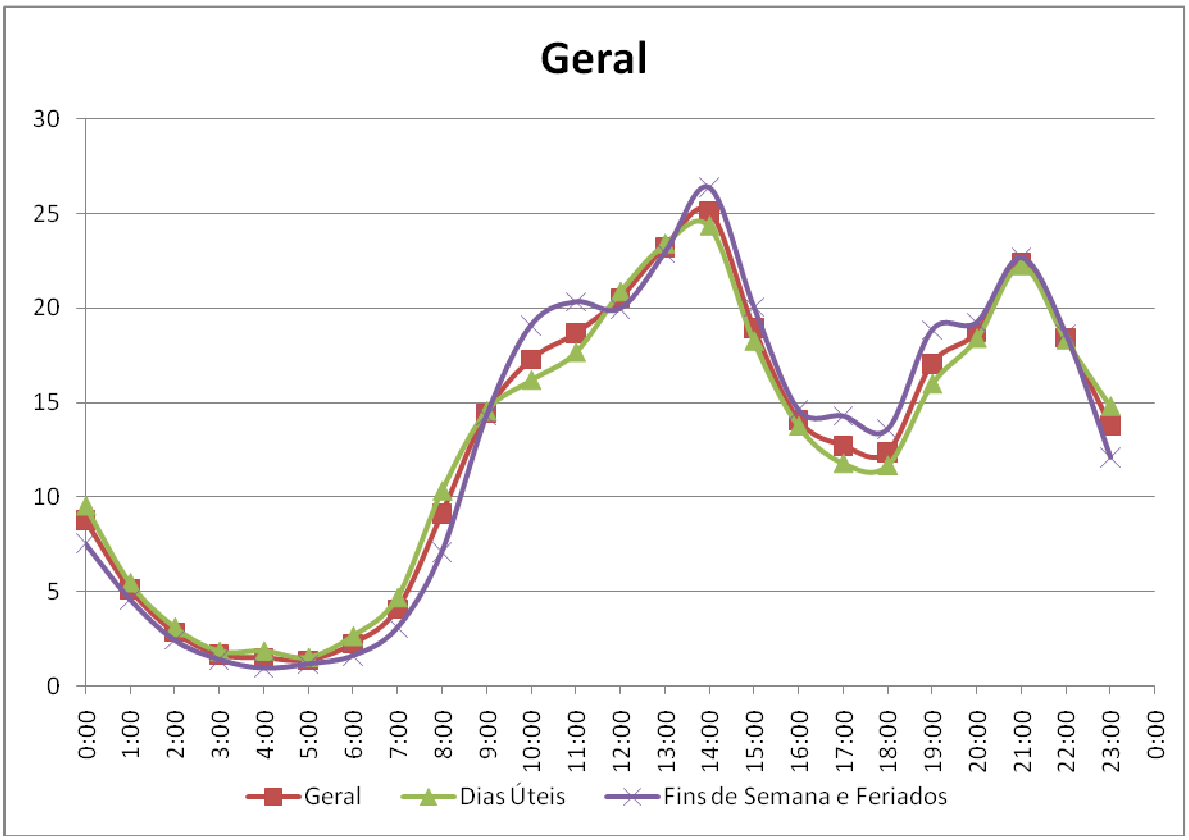

Geral
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

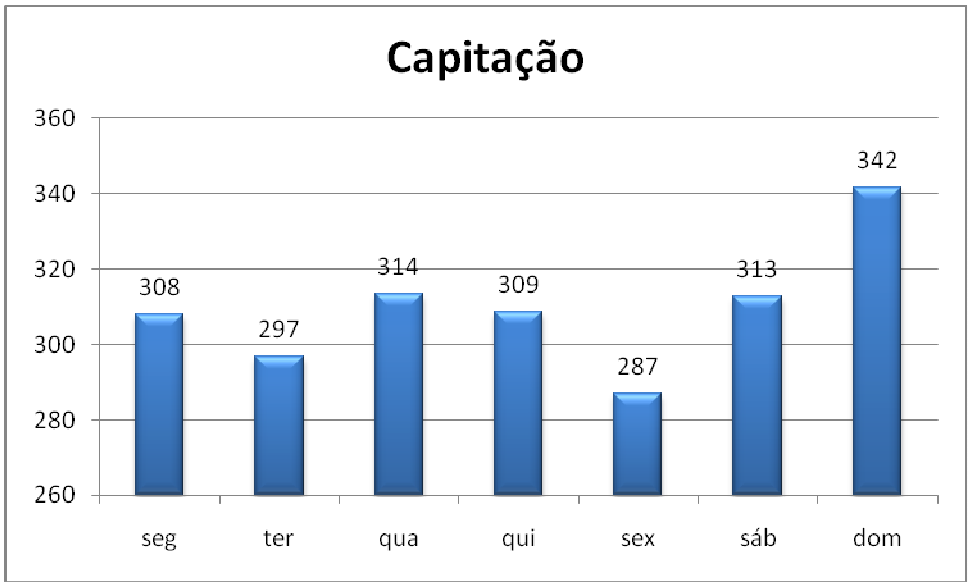

Capitação
280
270
260
250
240
230
220
272
242
242
256
236
231
277
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação tipologia T3

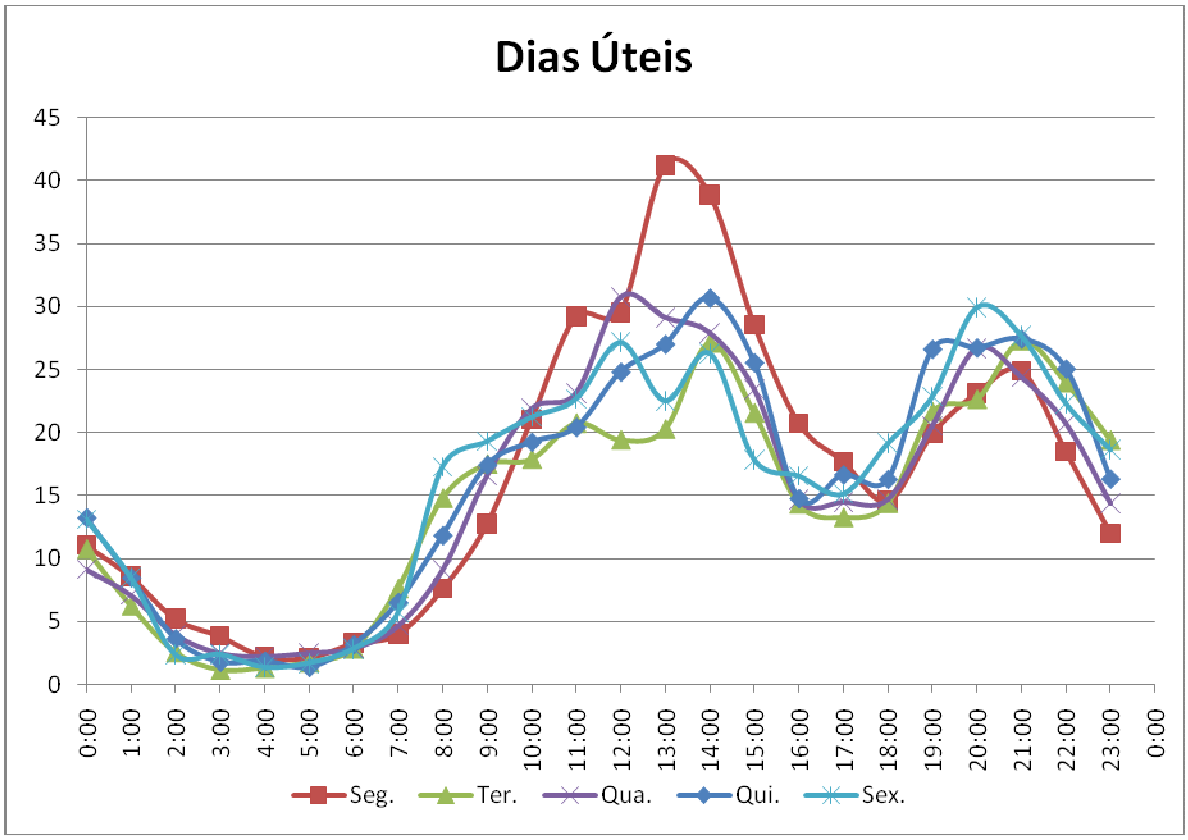


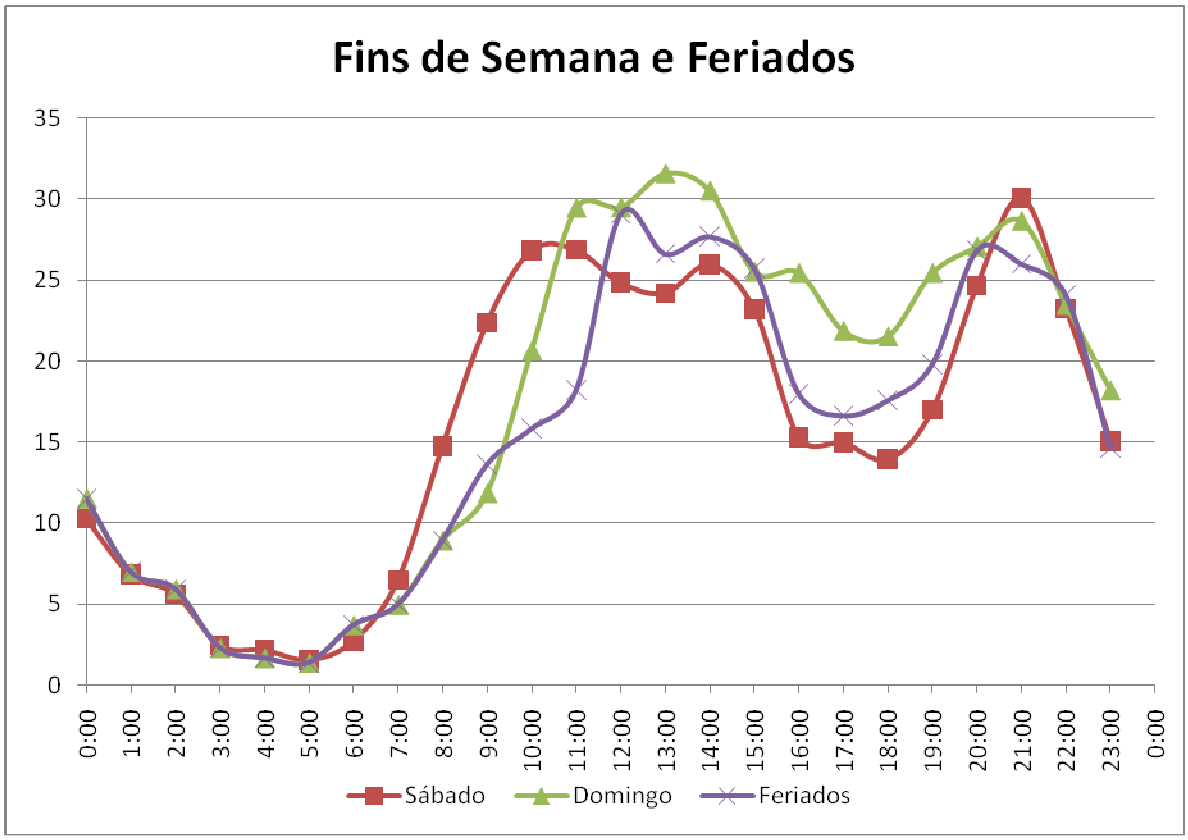


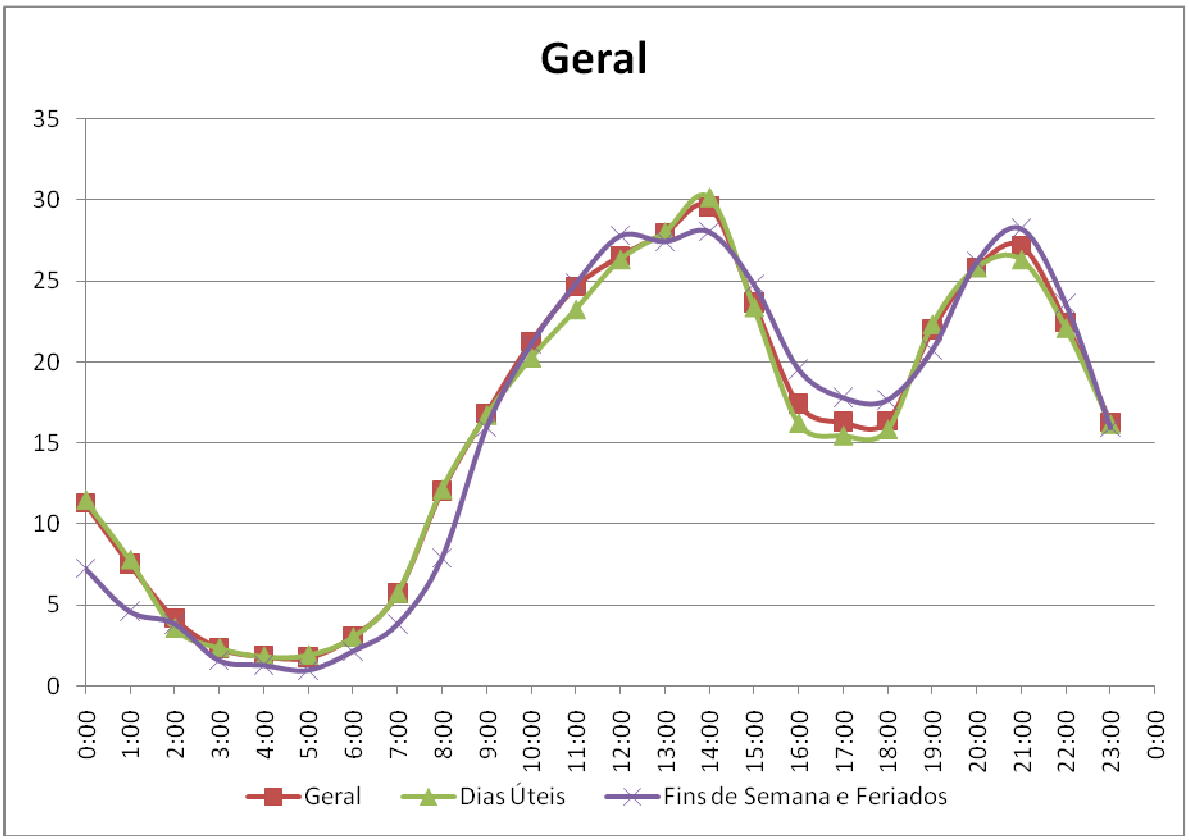

Geral
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

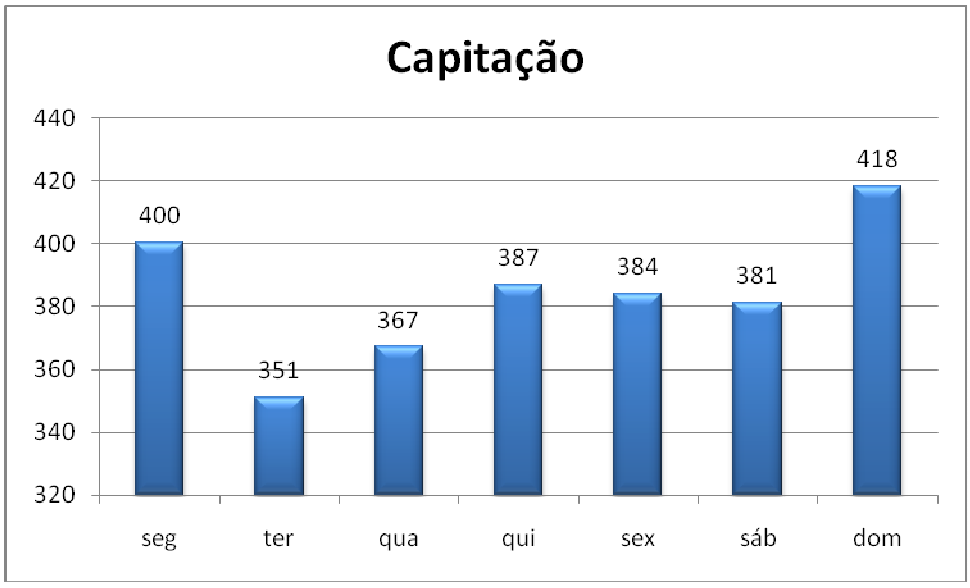

Capitação
360
340
320
300
280
260
308
297
314
309
287
313
342
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Fevereiro – Habitação tipologia T4

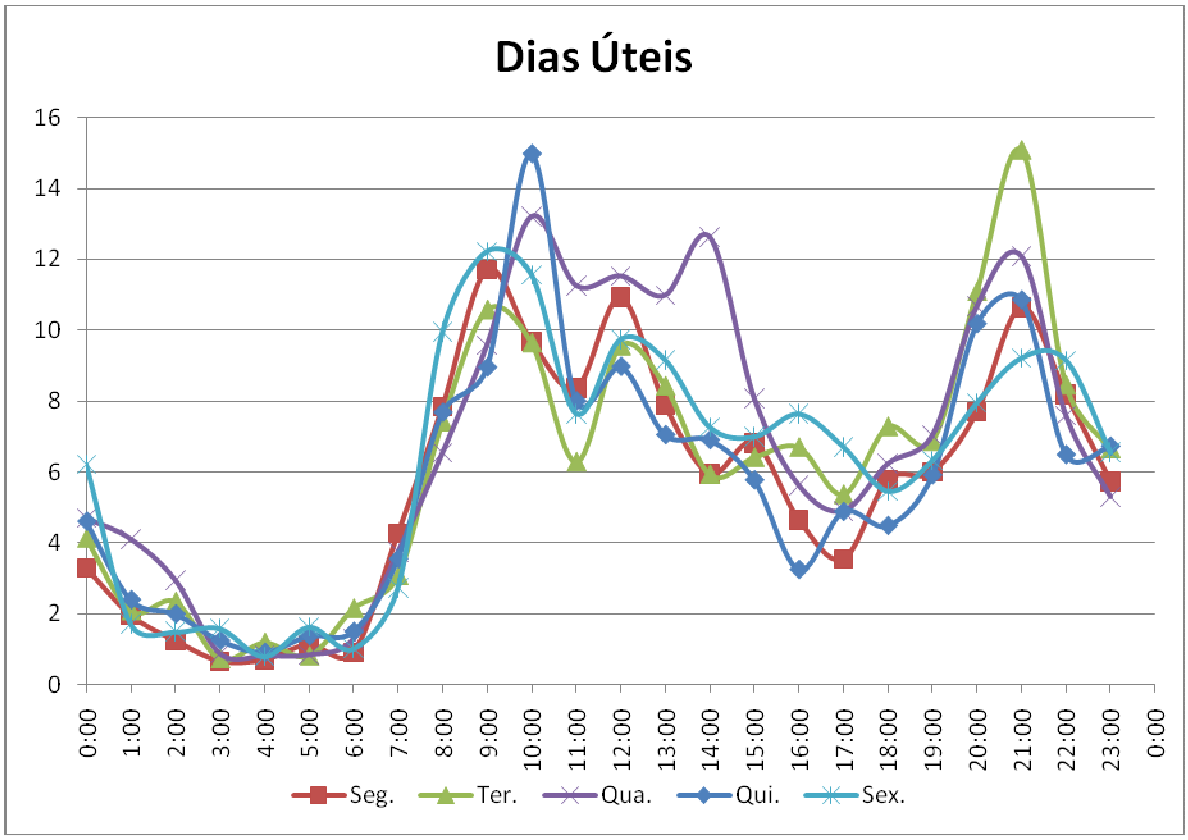


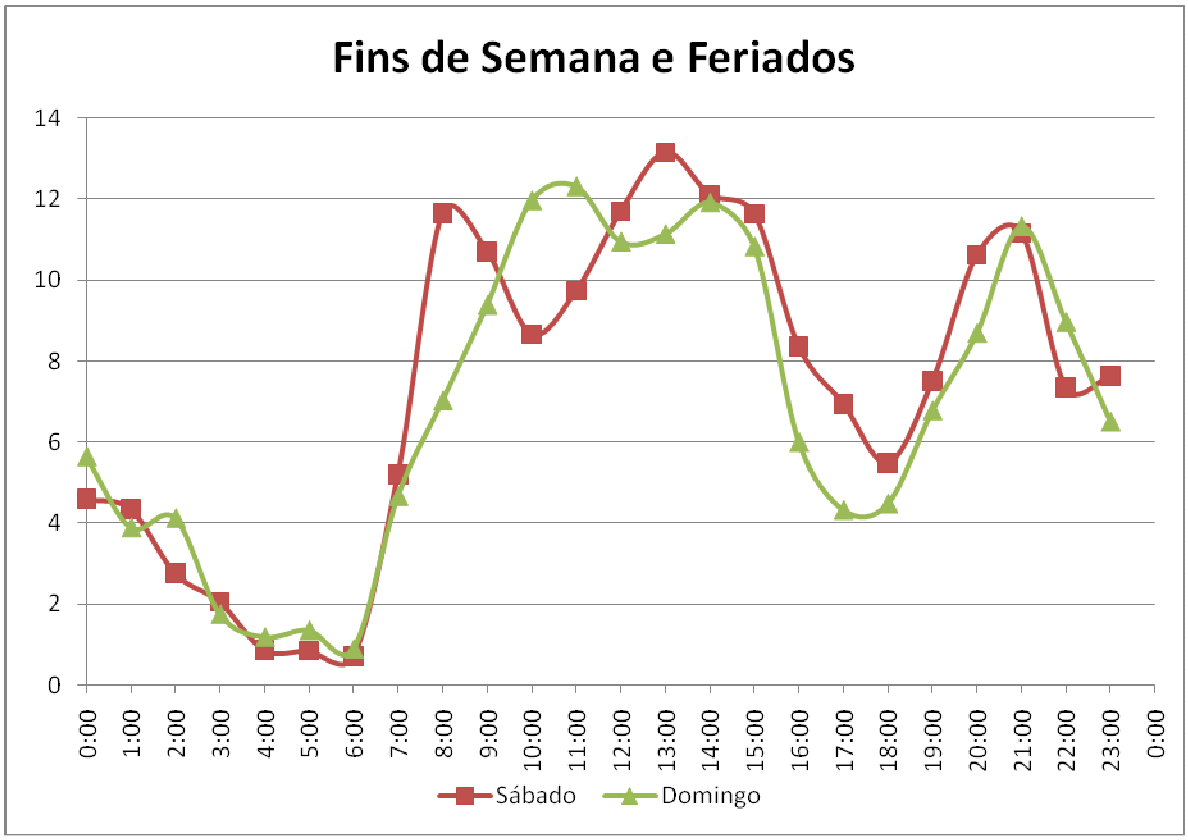


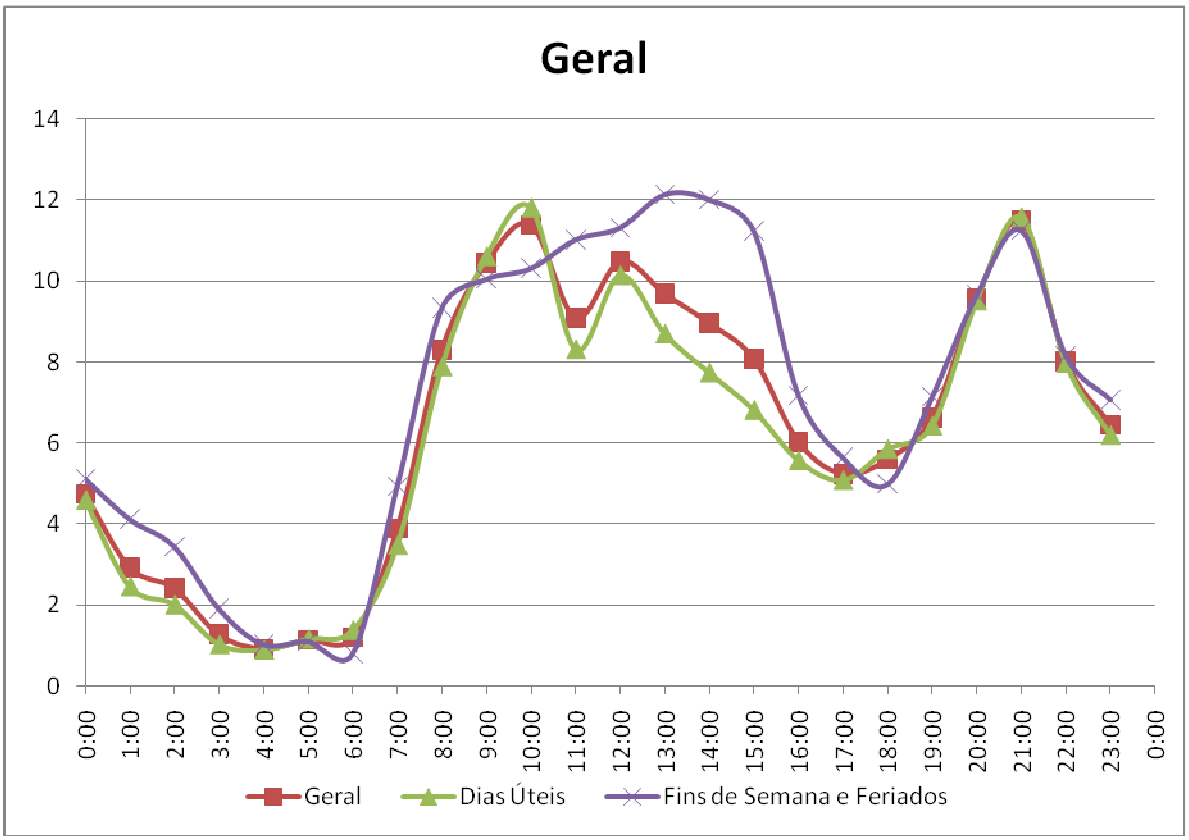

Geral
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

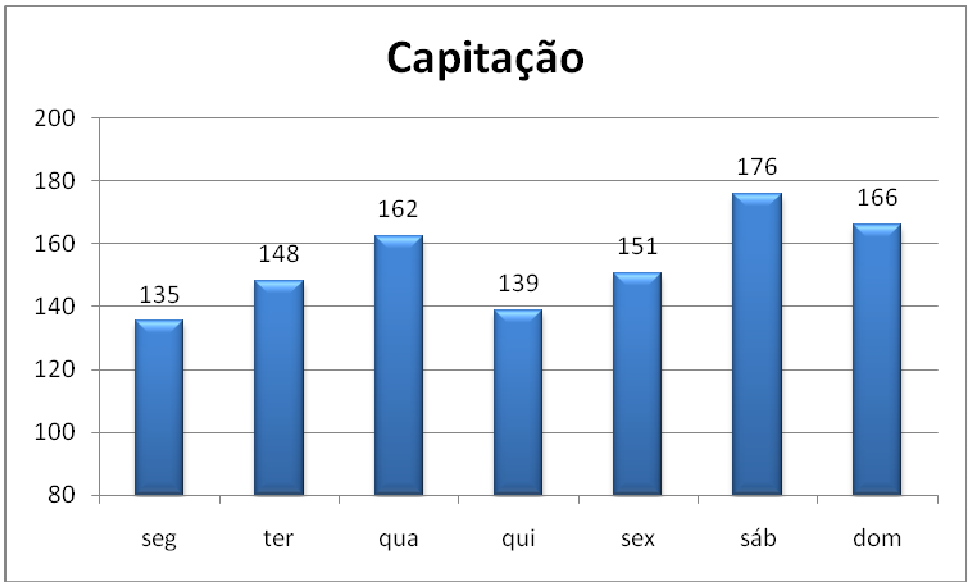

Capitação
440
420
400
380
360
340
320
400
351
367
387
384
381
418
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 1 Morador

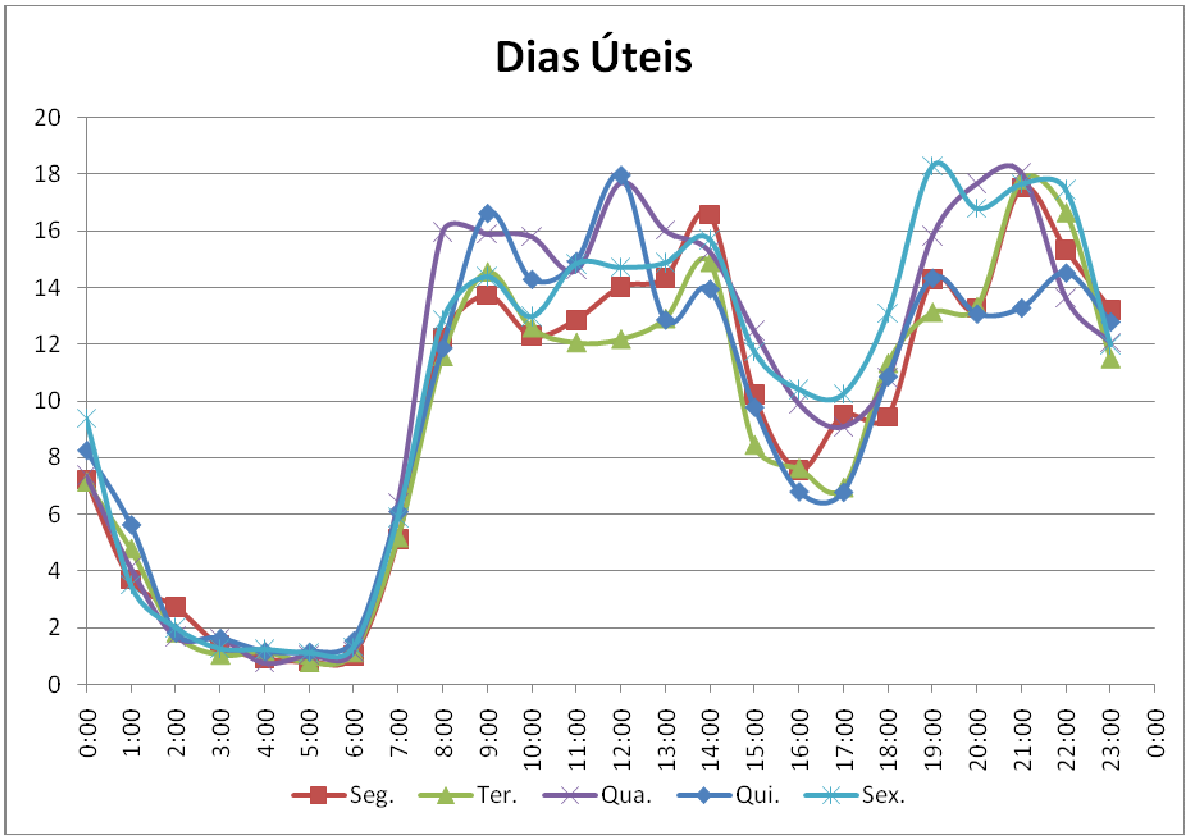


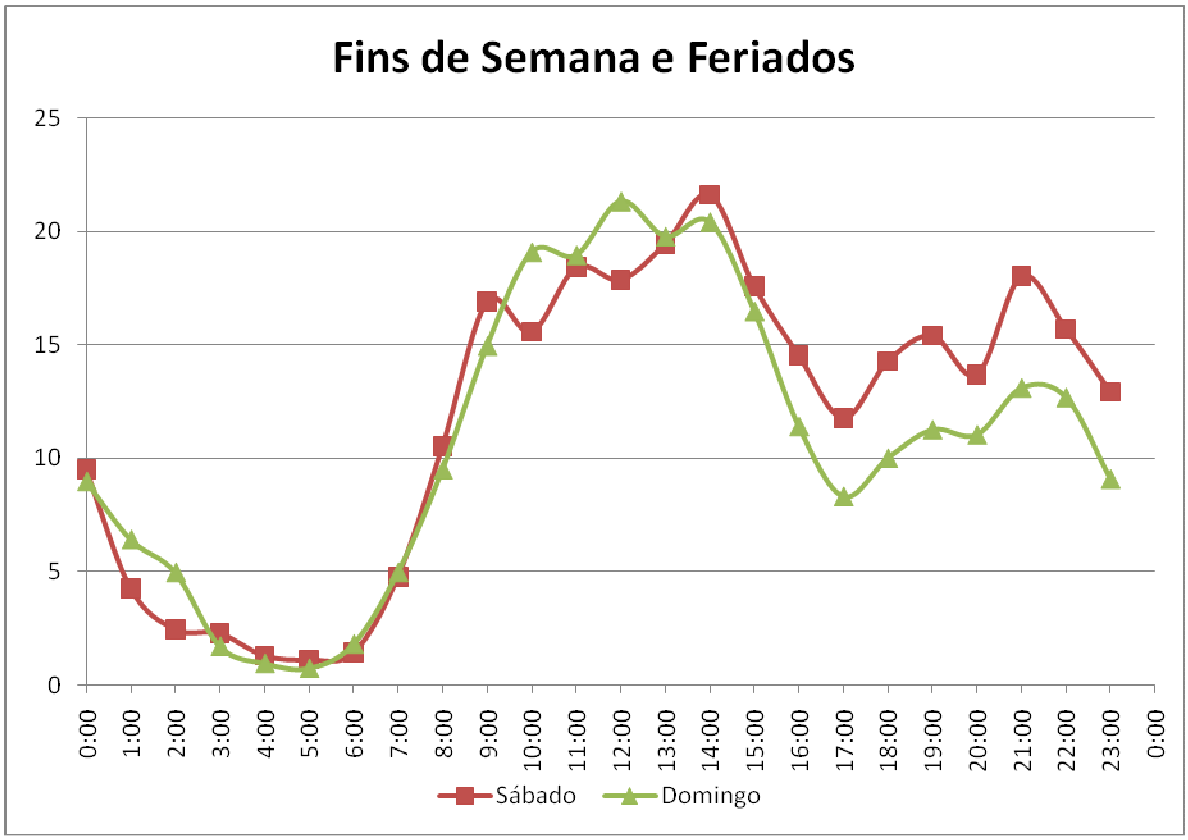


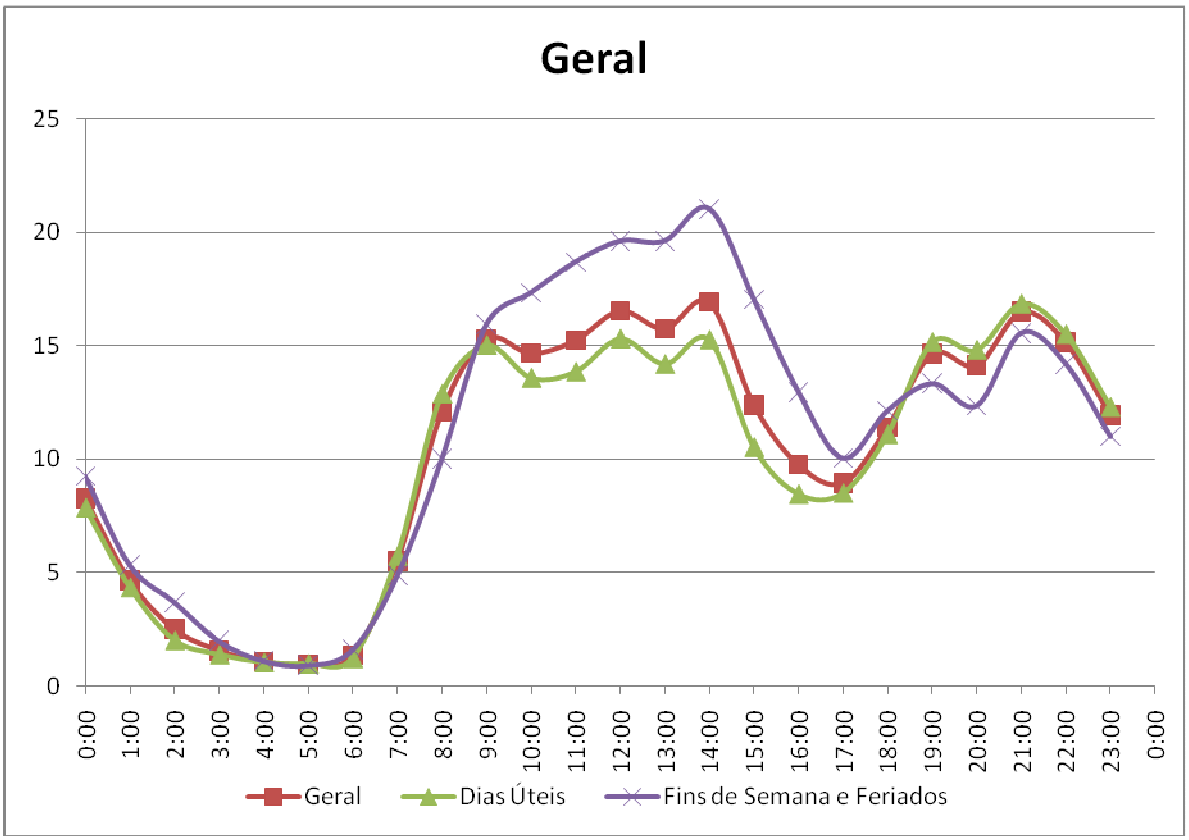

Geral
14
12
10
8
6
4
2
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

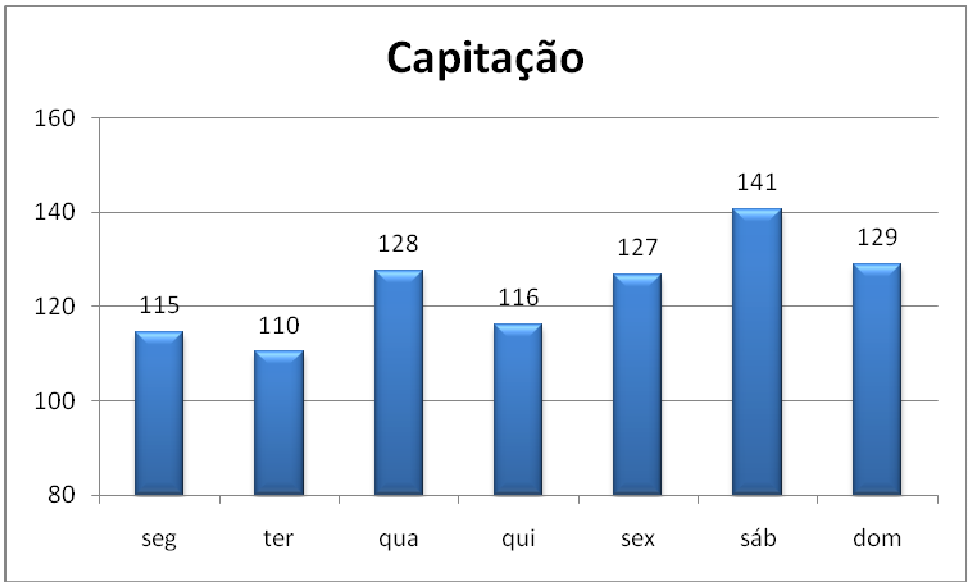

Capitação
200
180
160
140
120
100
80
135
148
162
139
151
176
166
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 2 Moradores

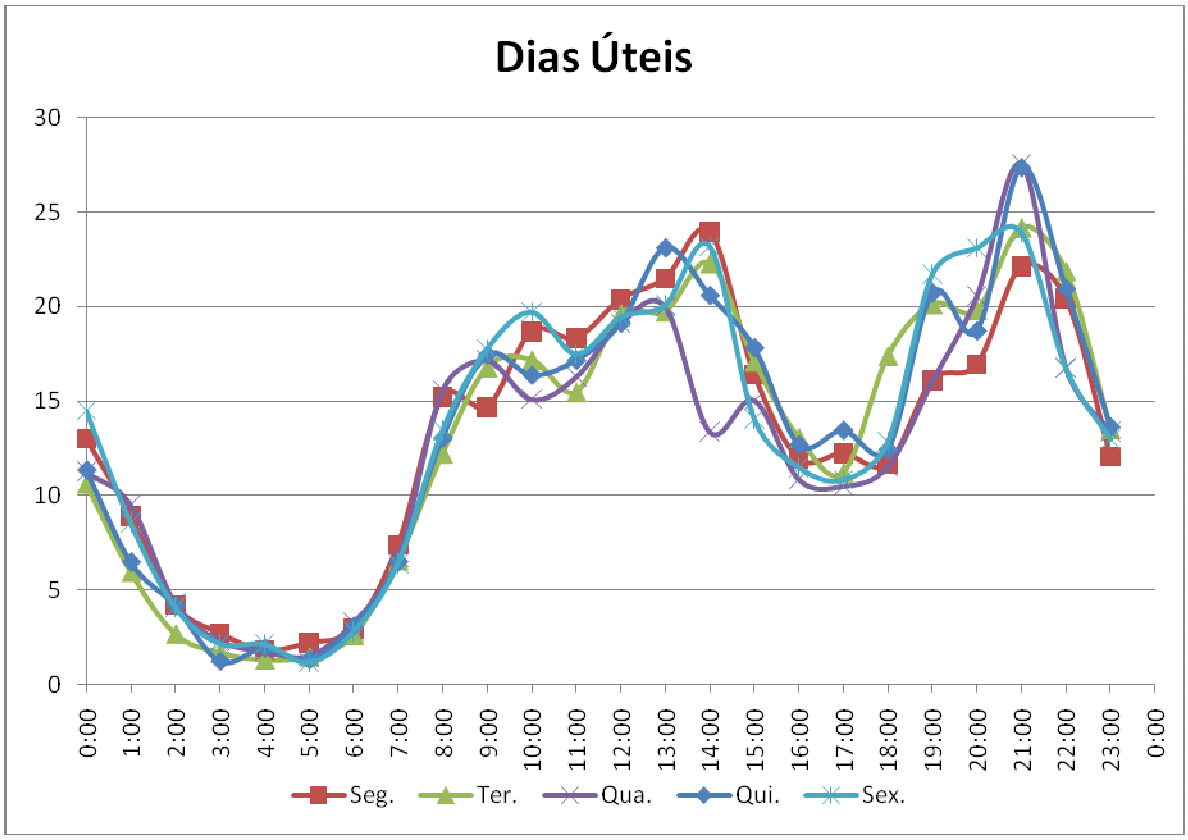


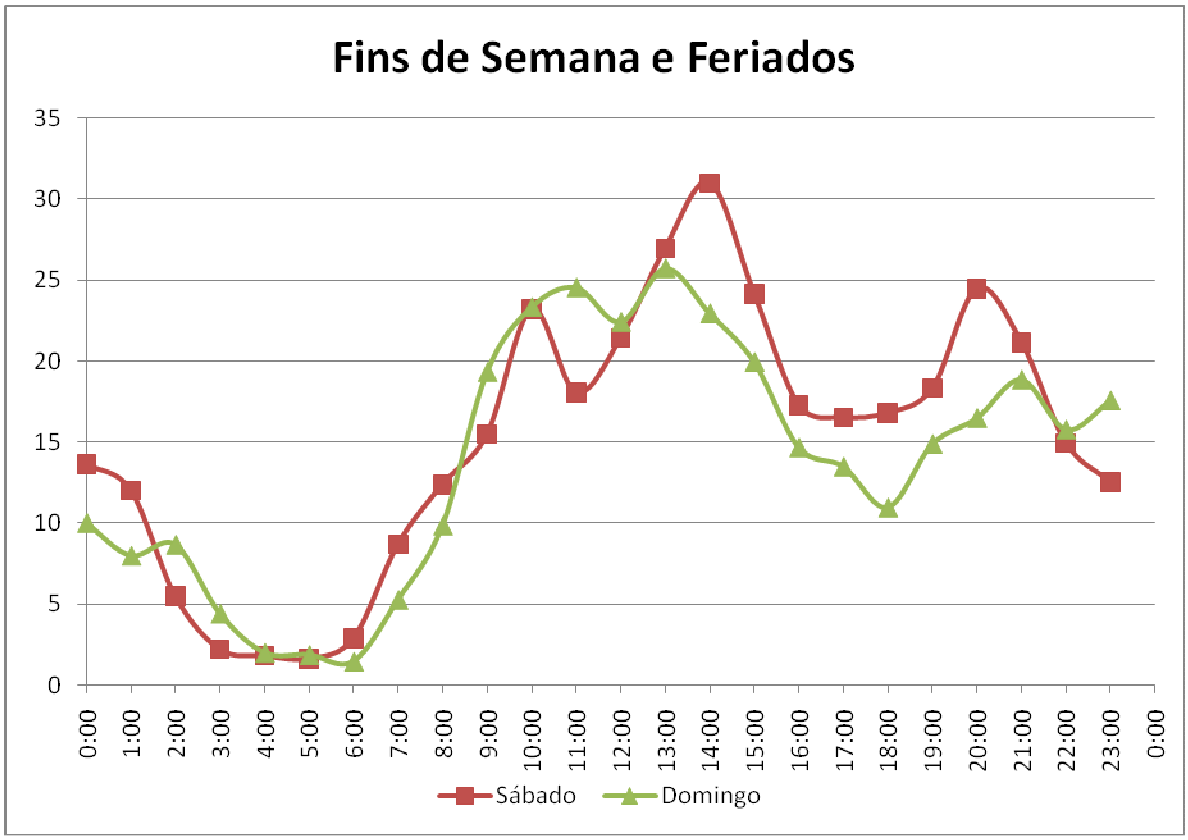


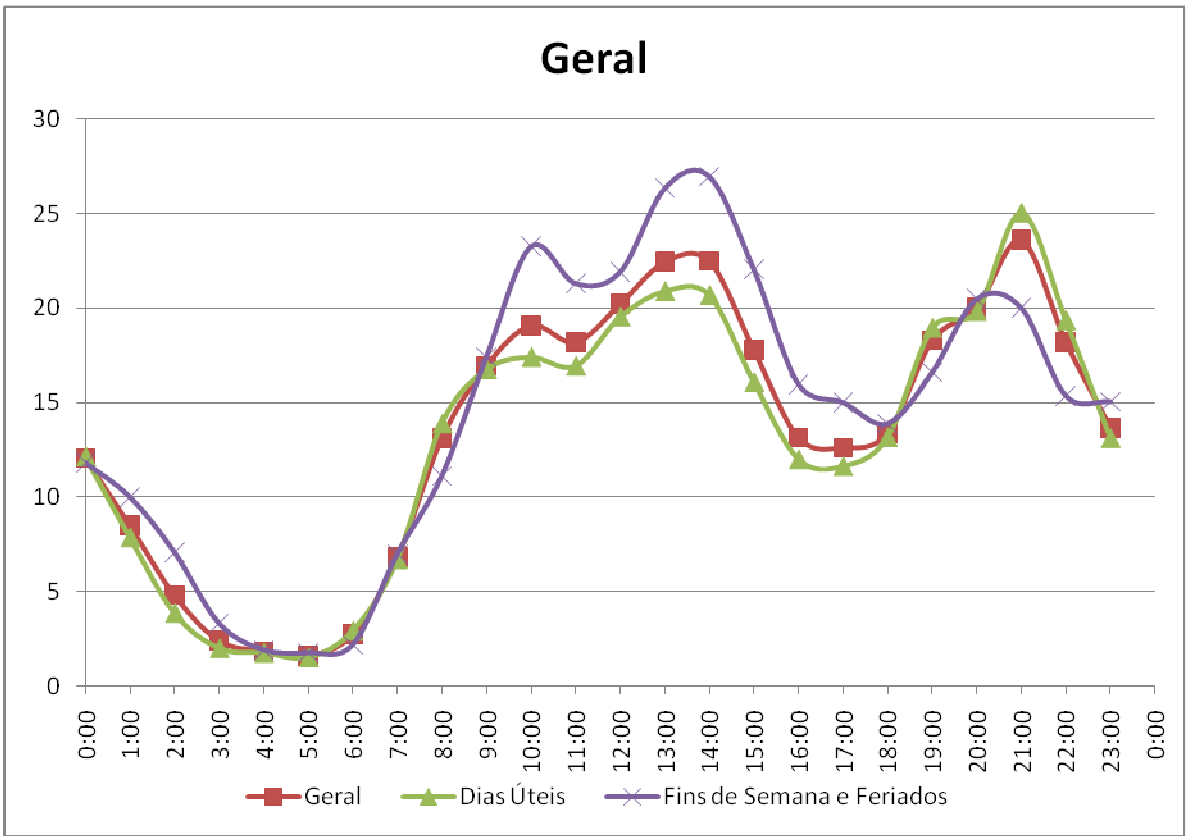

Geral
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

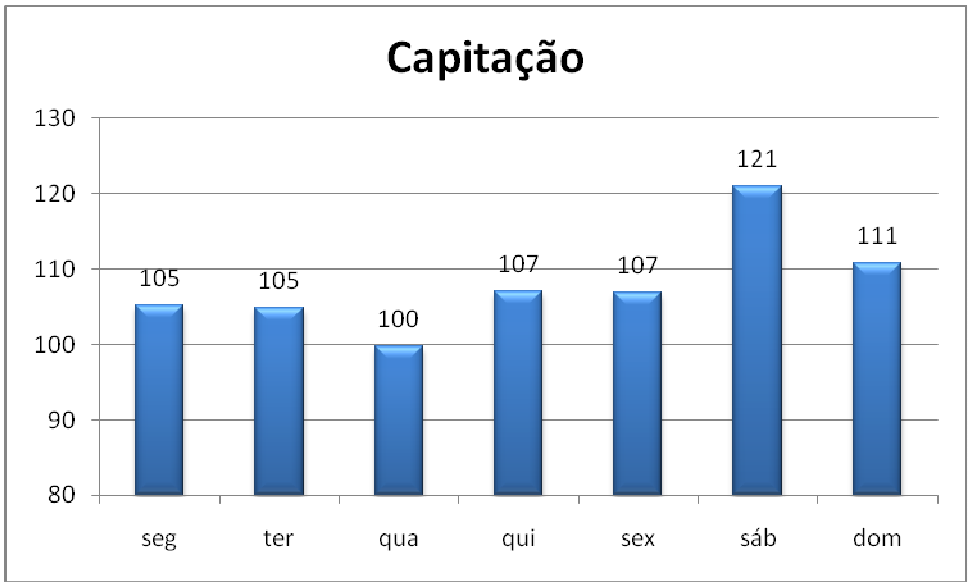

Capitação
160
140
120
100
80
115
110
128
116
127
141
129
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 3 Moradores

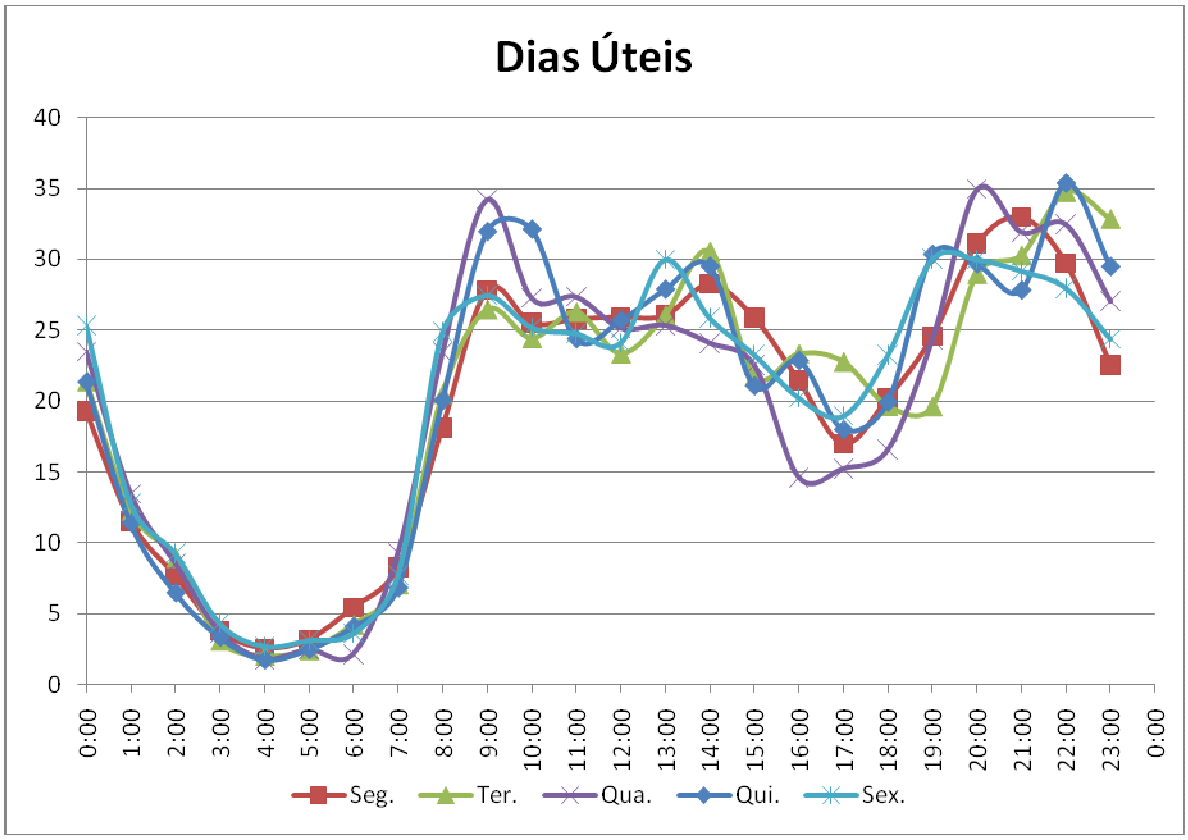


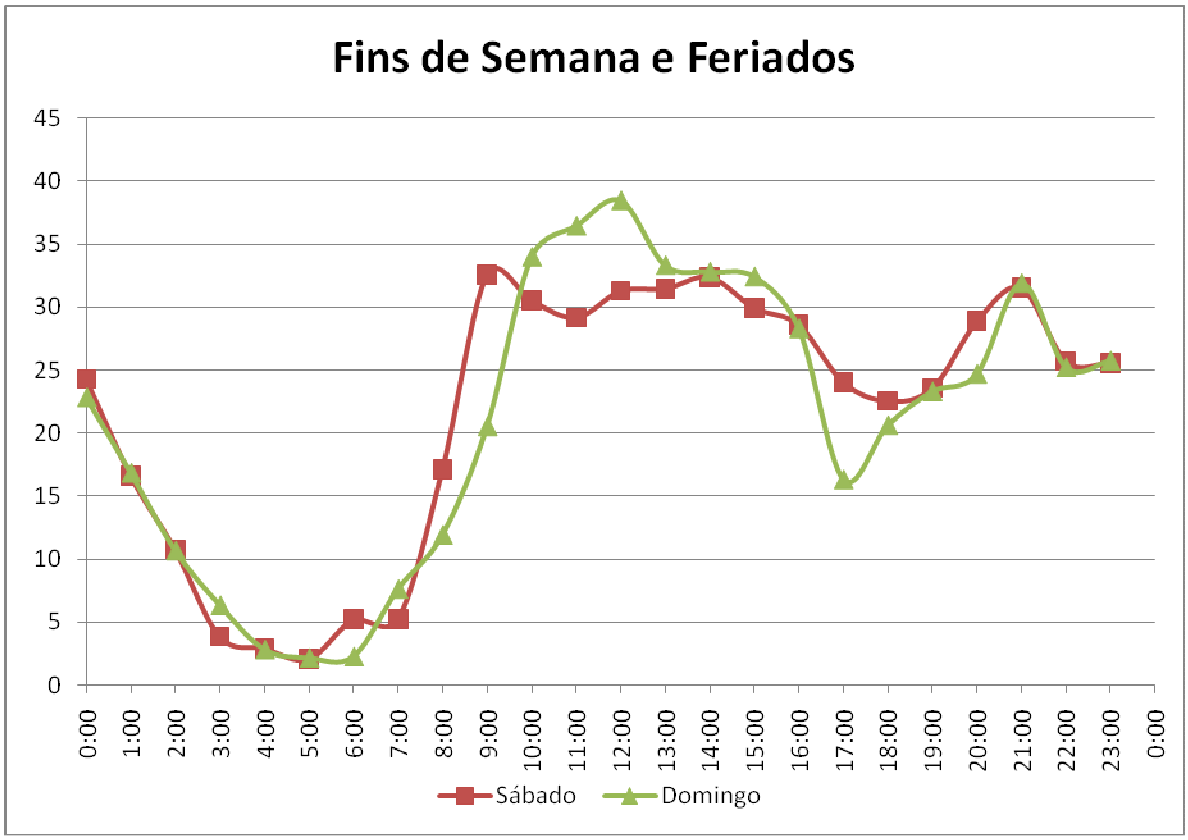


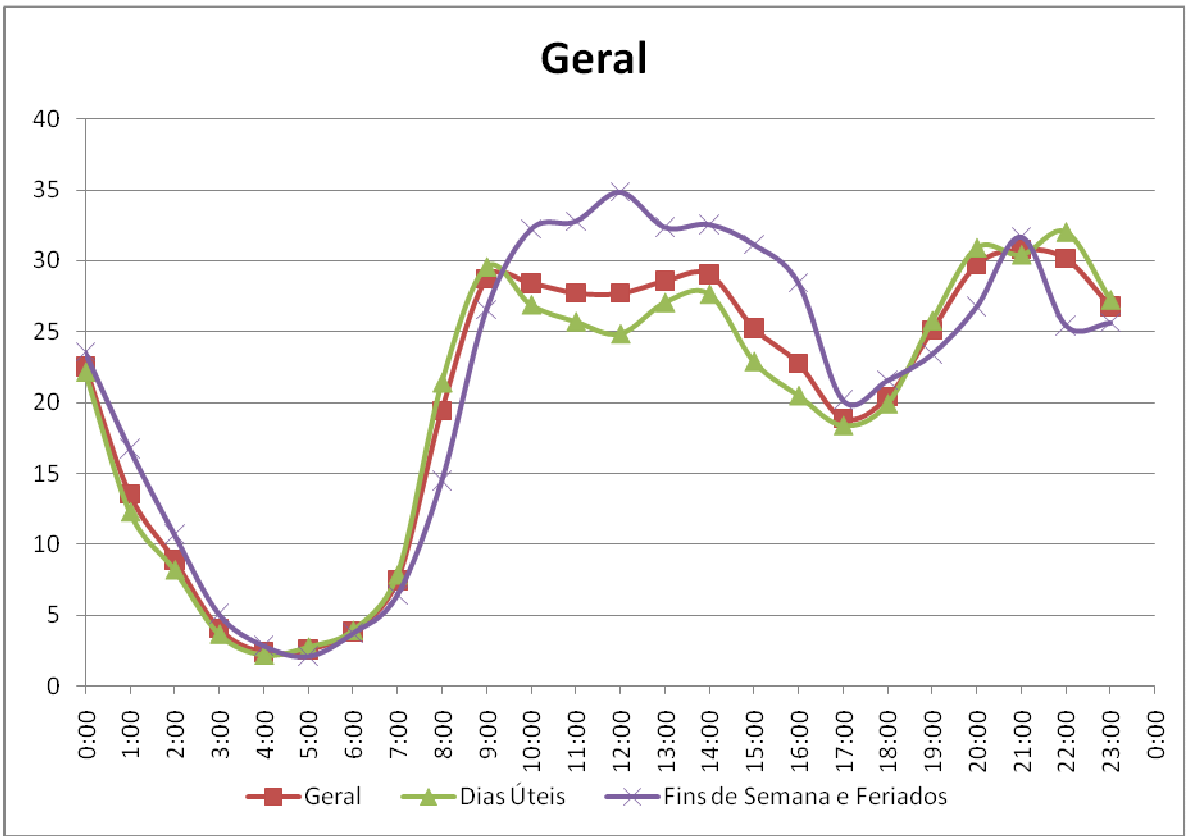

Geral
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

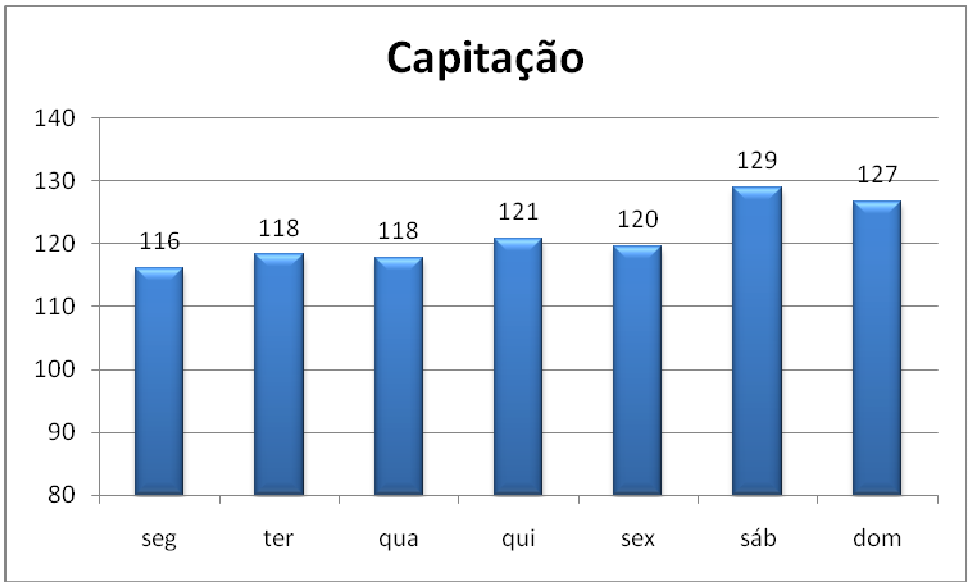

Capitação
130
120
110
100
90
80
105
105
100
107
107
121
111
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 4 Moradores

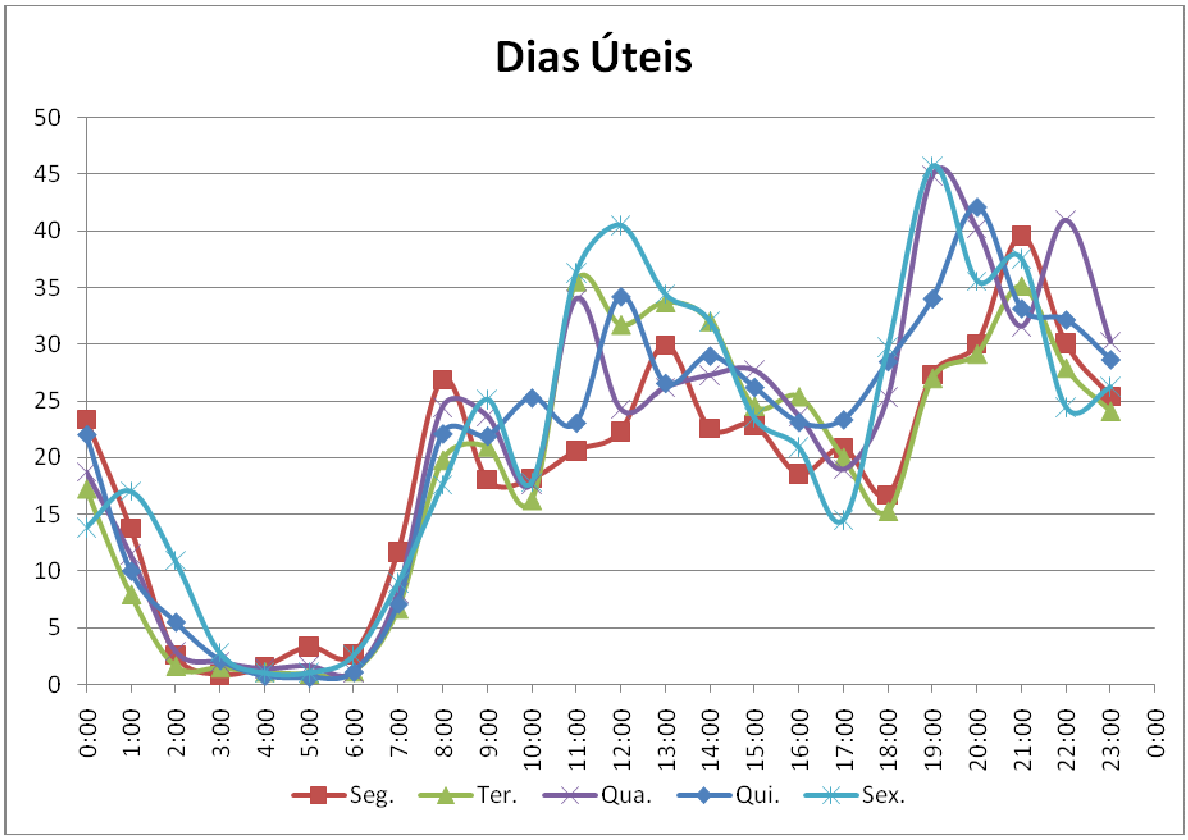


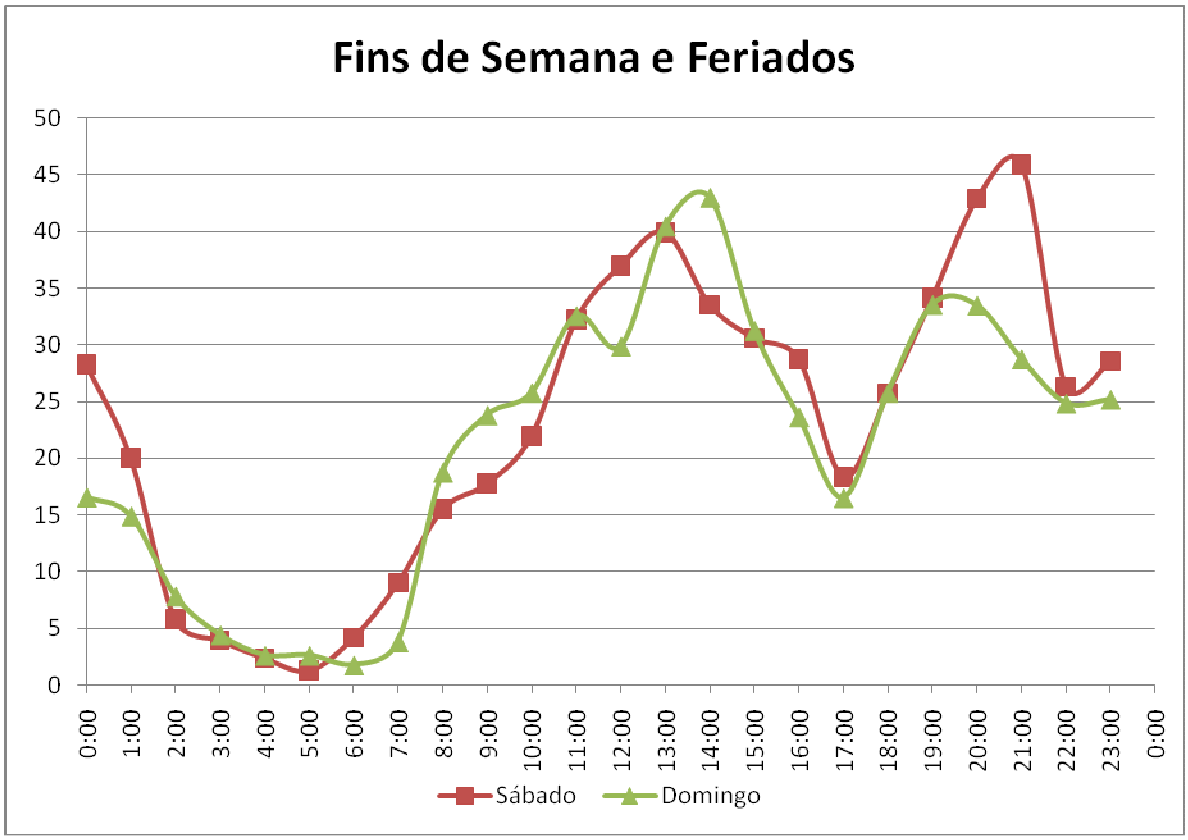


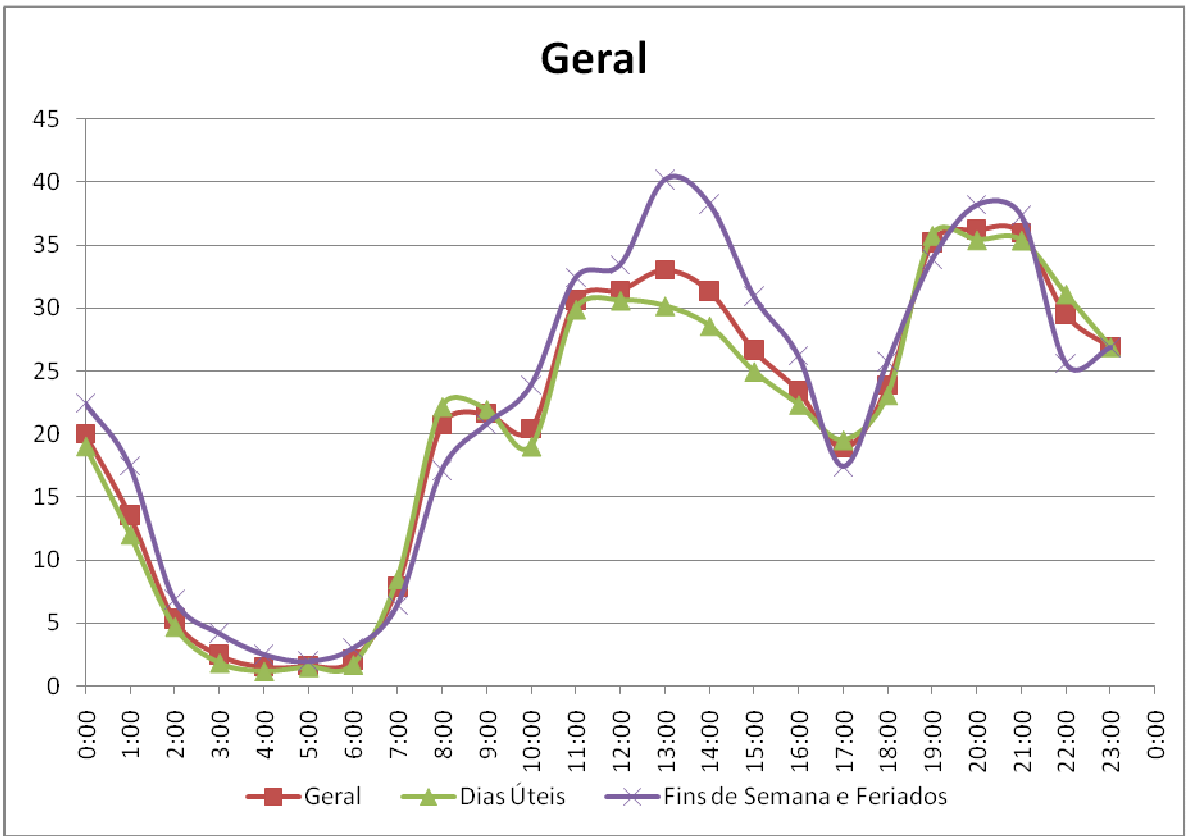

Geral
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

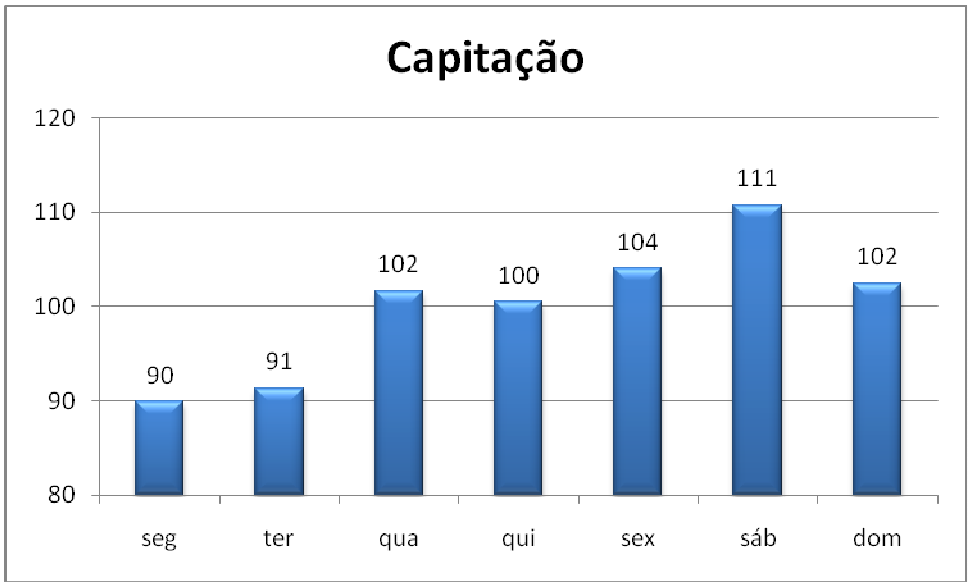

Capitação
140
130
120
110
100
90
80
116
118
118
121
120
129
127
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 5 Moradores

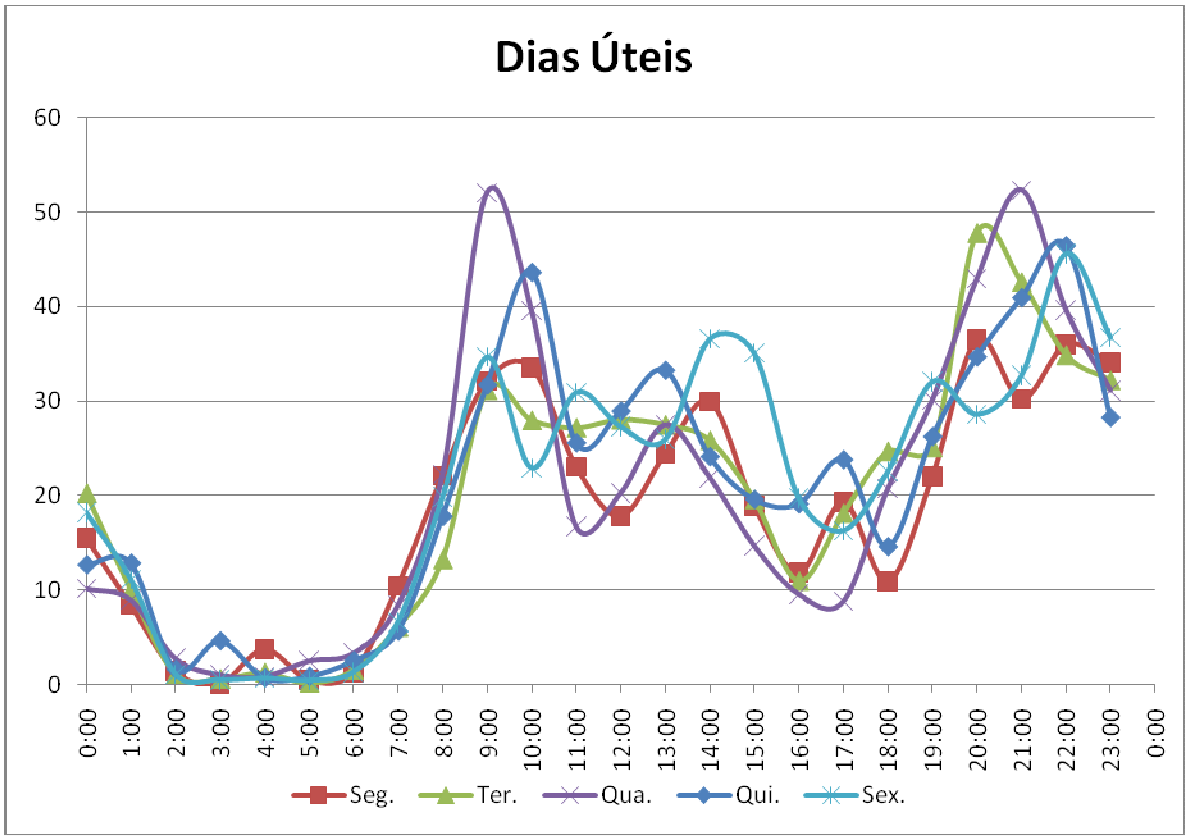


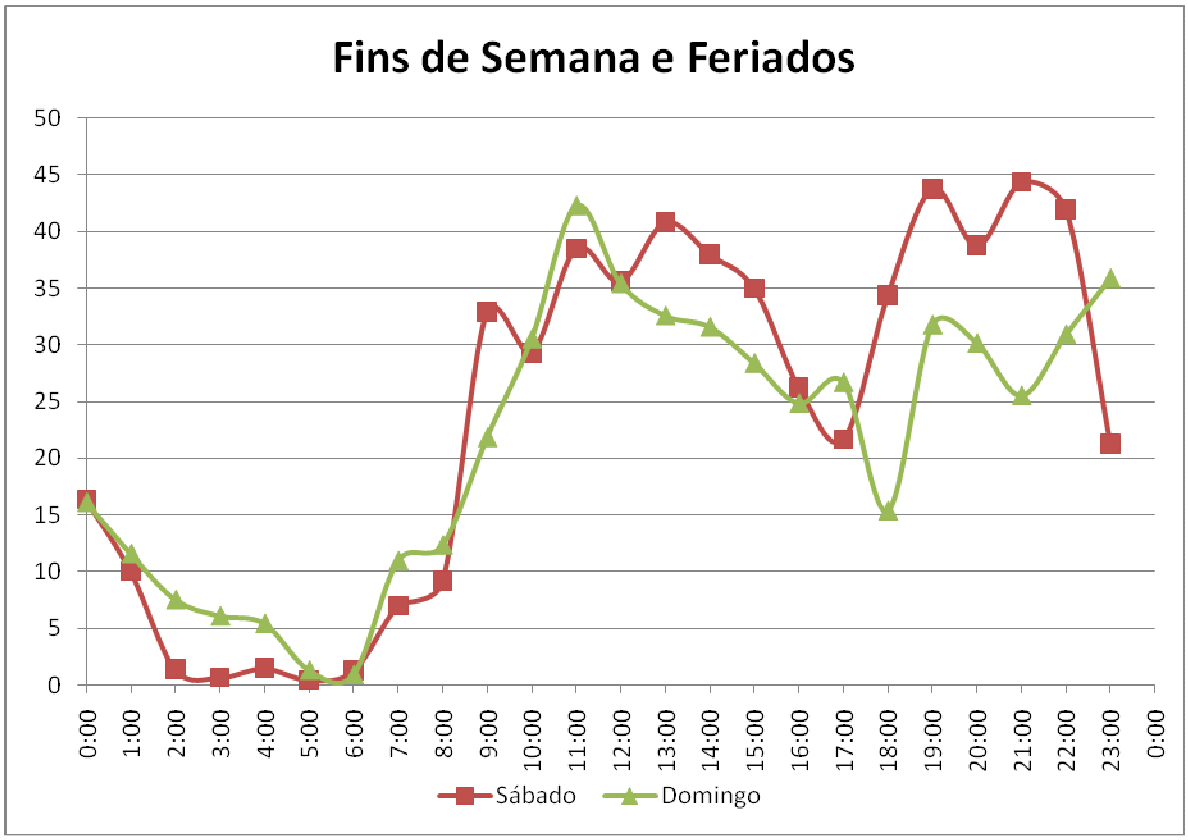


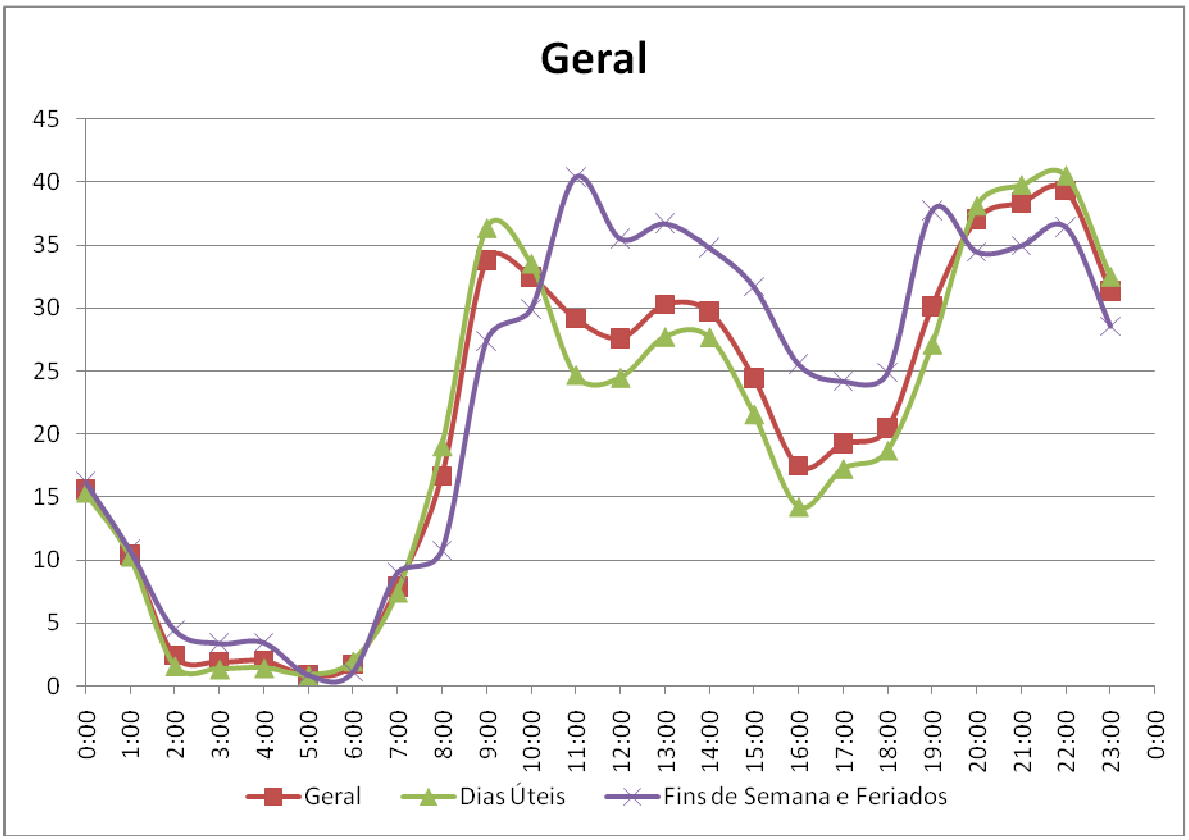

Geral
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

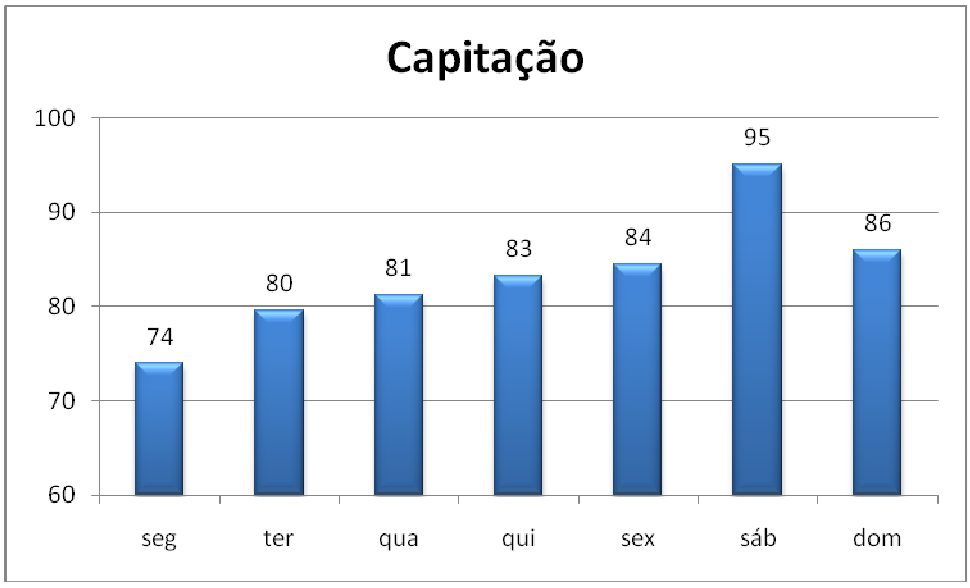

Capitação
120
110
100
90
80
90
91
102
100
104
111
102
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 6 Moradores

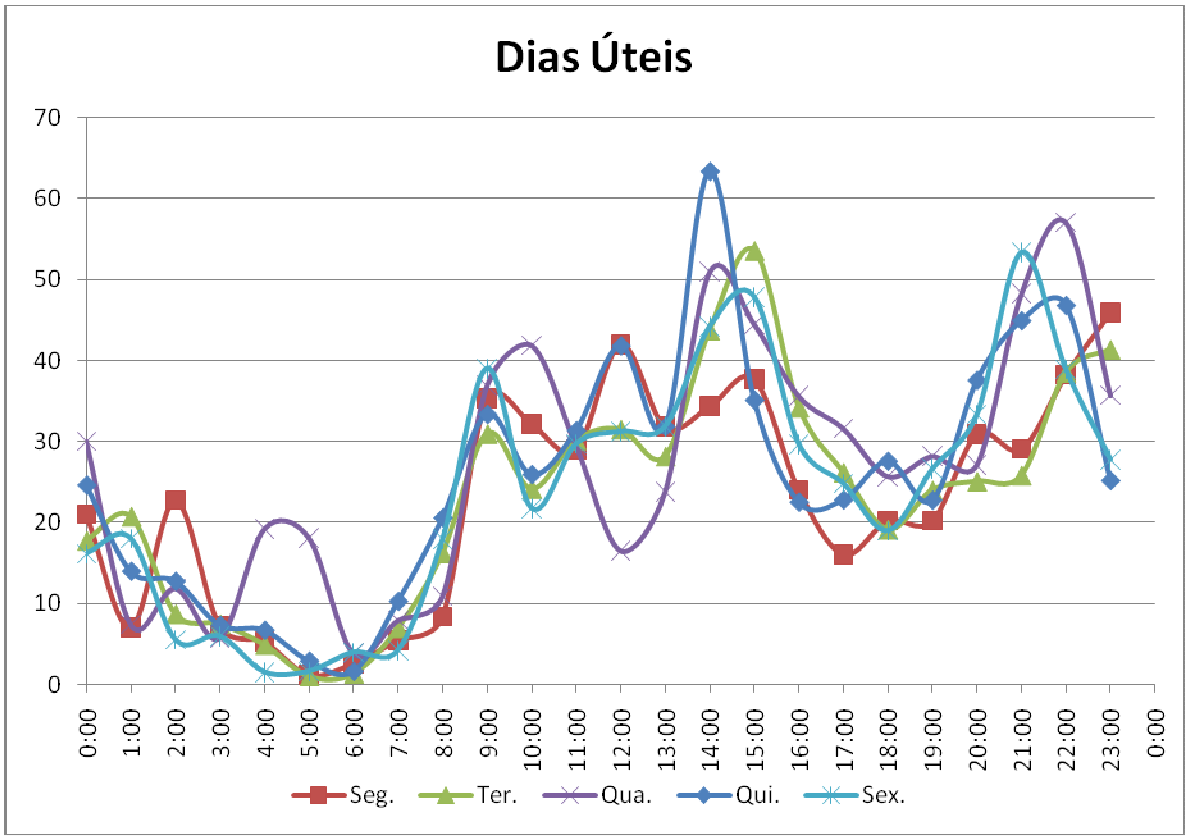


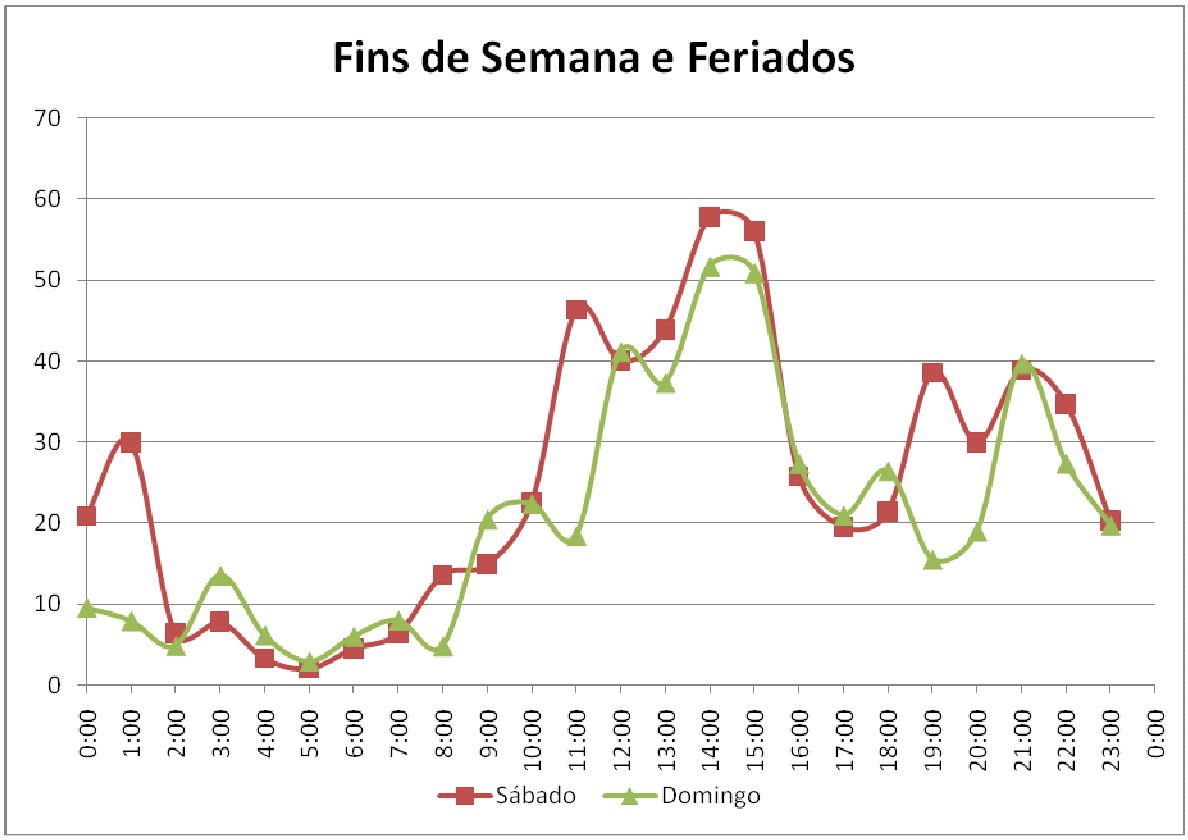


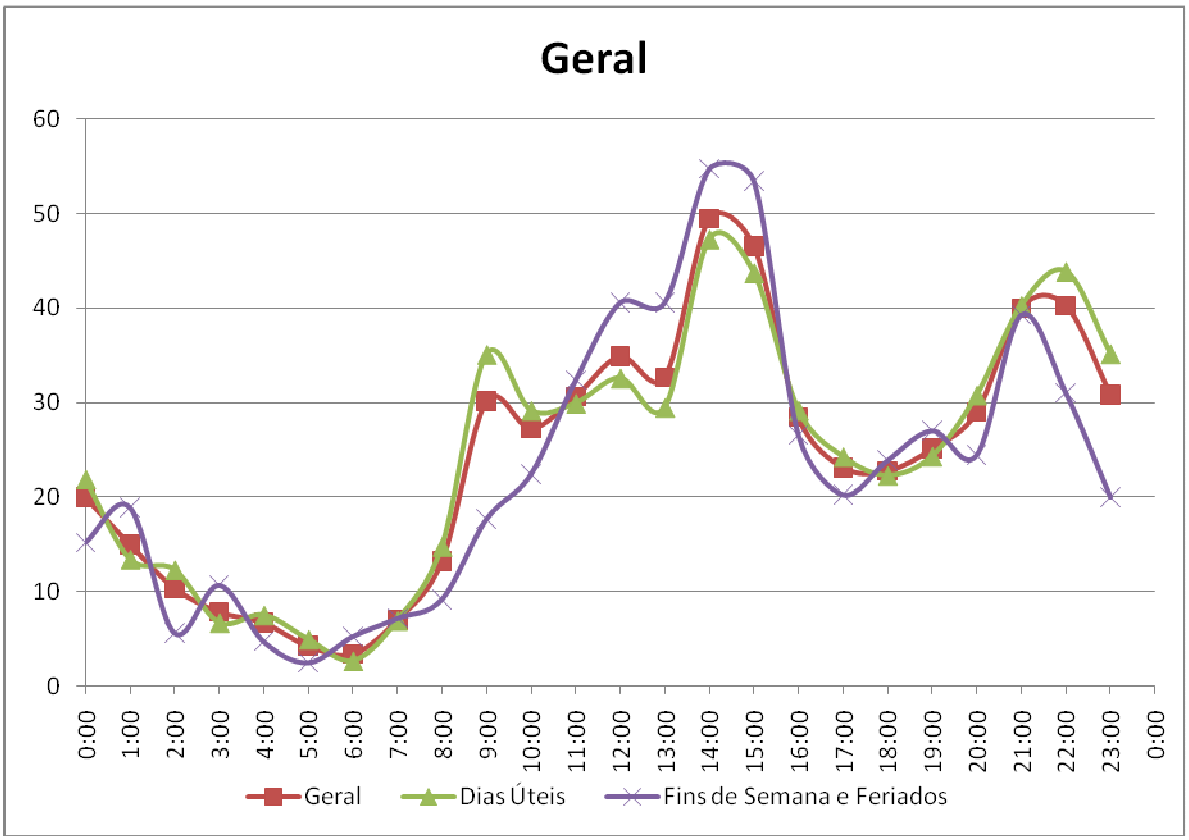

Geral
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

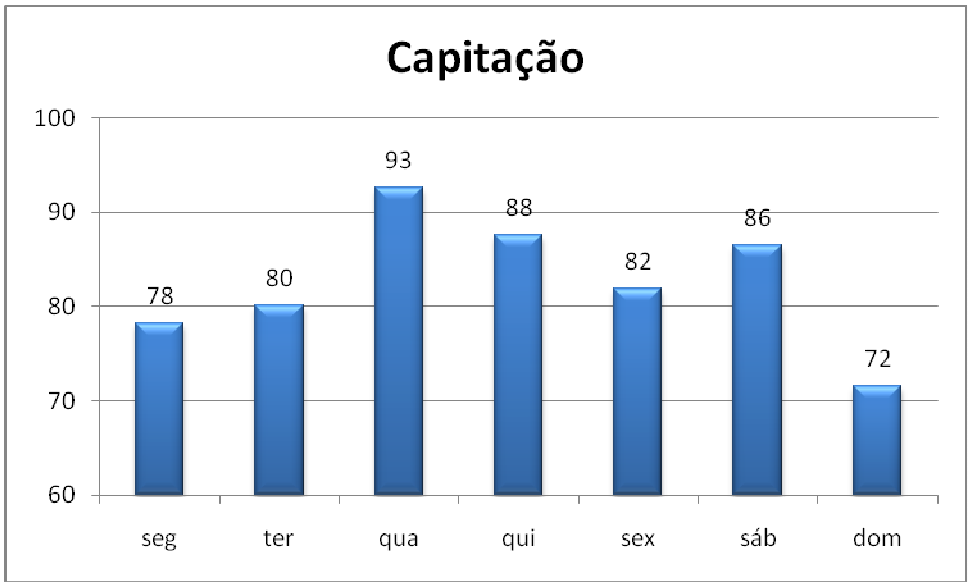

Capitação
100
90
80
70
60
74
80
81
83
84
95
86
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 7 Moradores

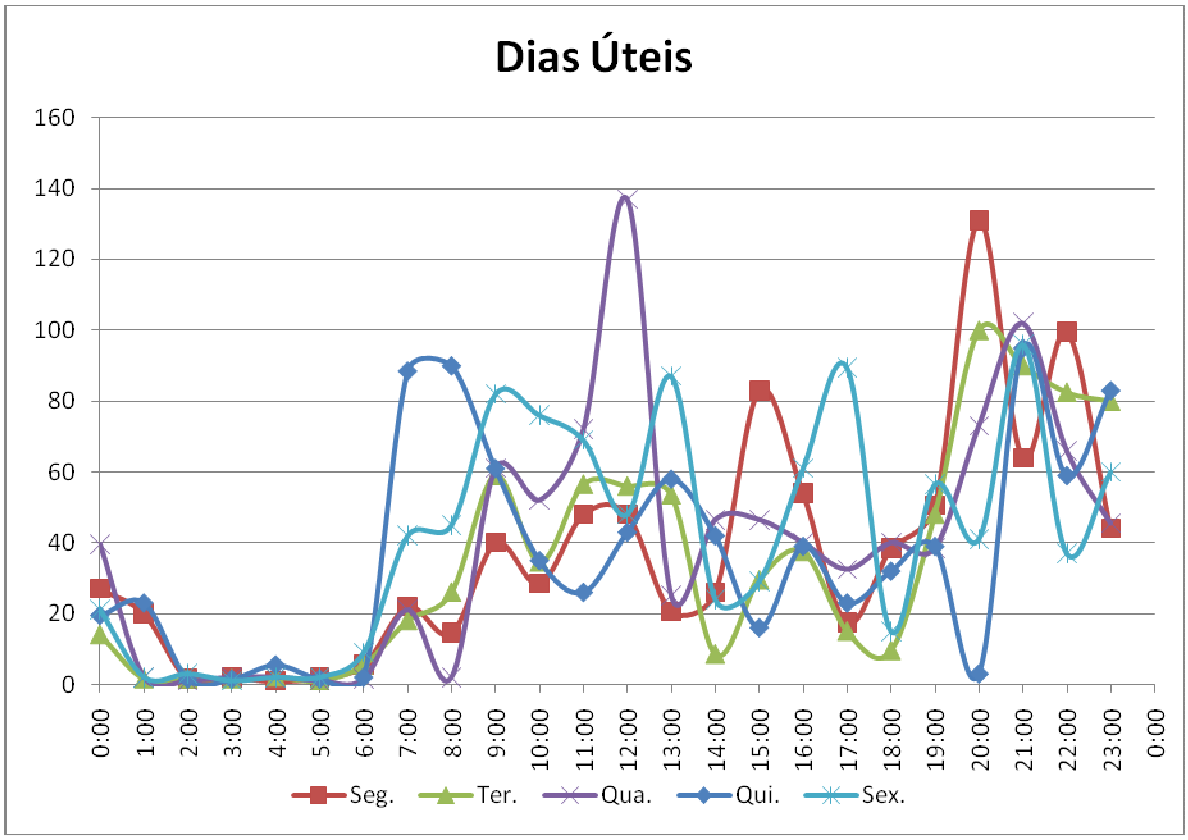


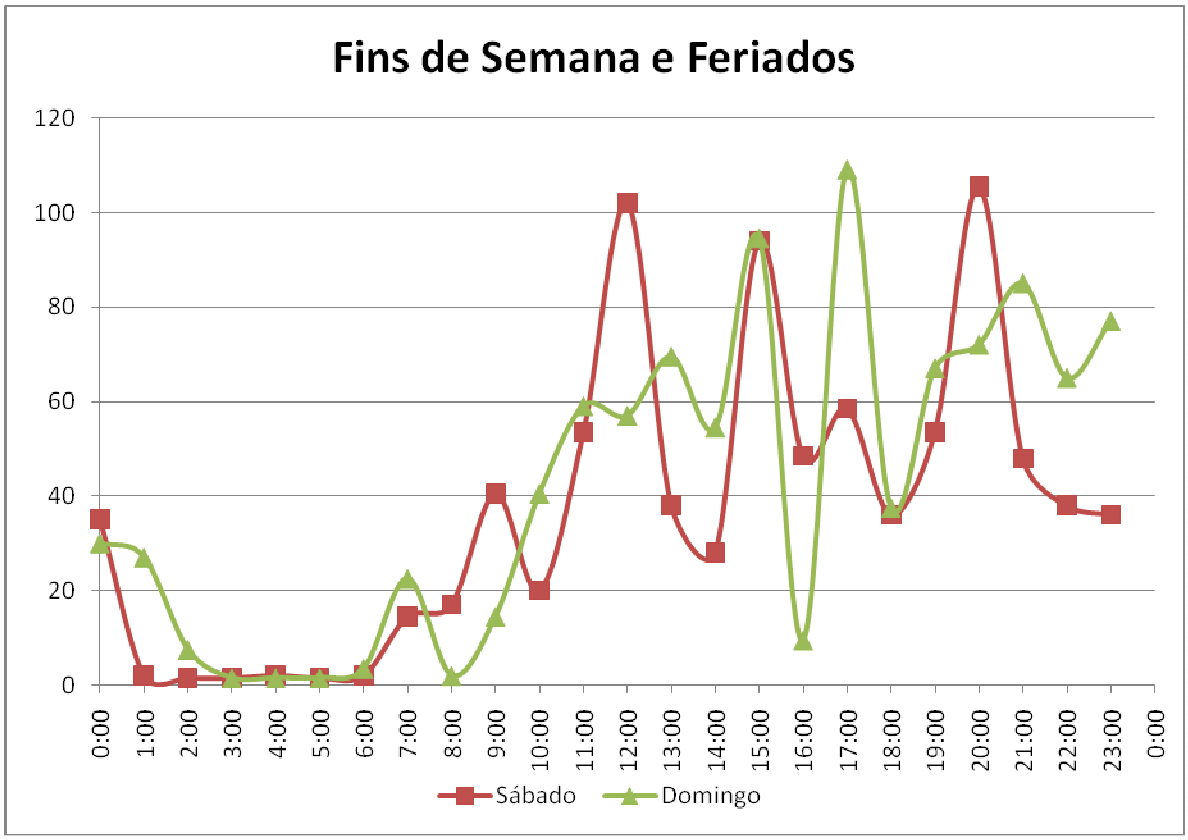


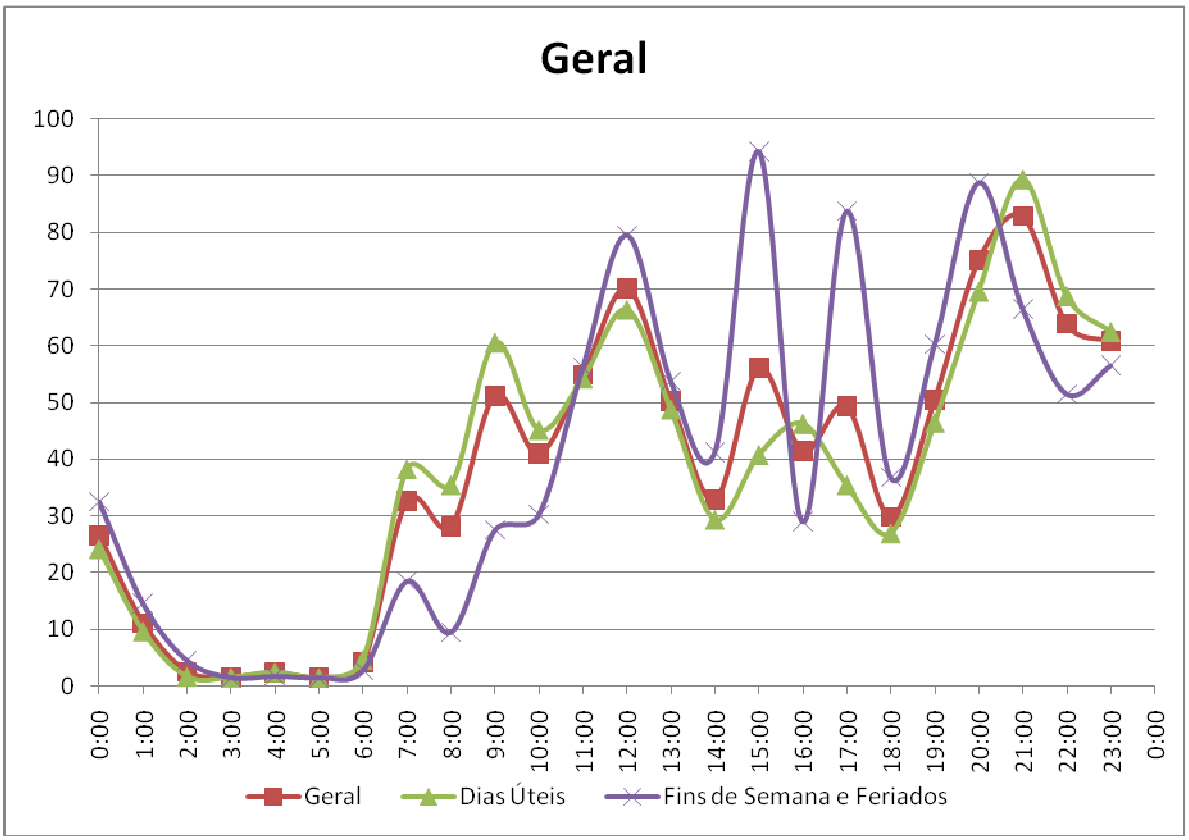

Geral
60
50
40
30
20
10
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

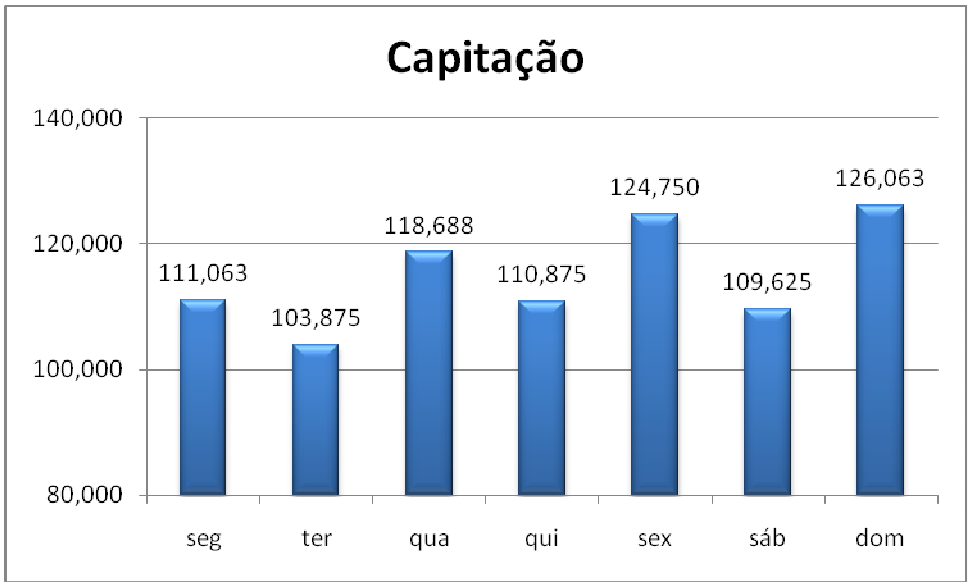

Capitação
100
90
80
70
60
78
80
93
88
82
86
72
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação 8 Moradores

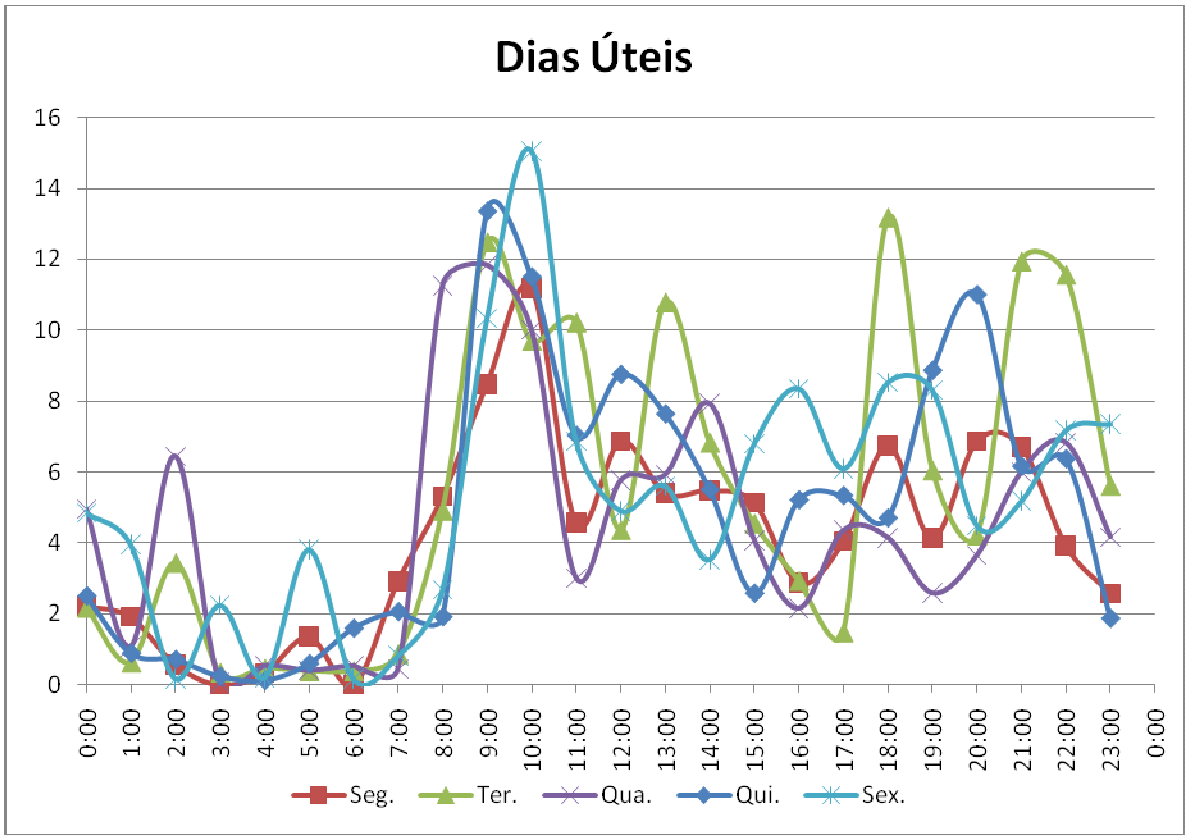


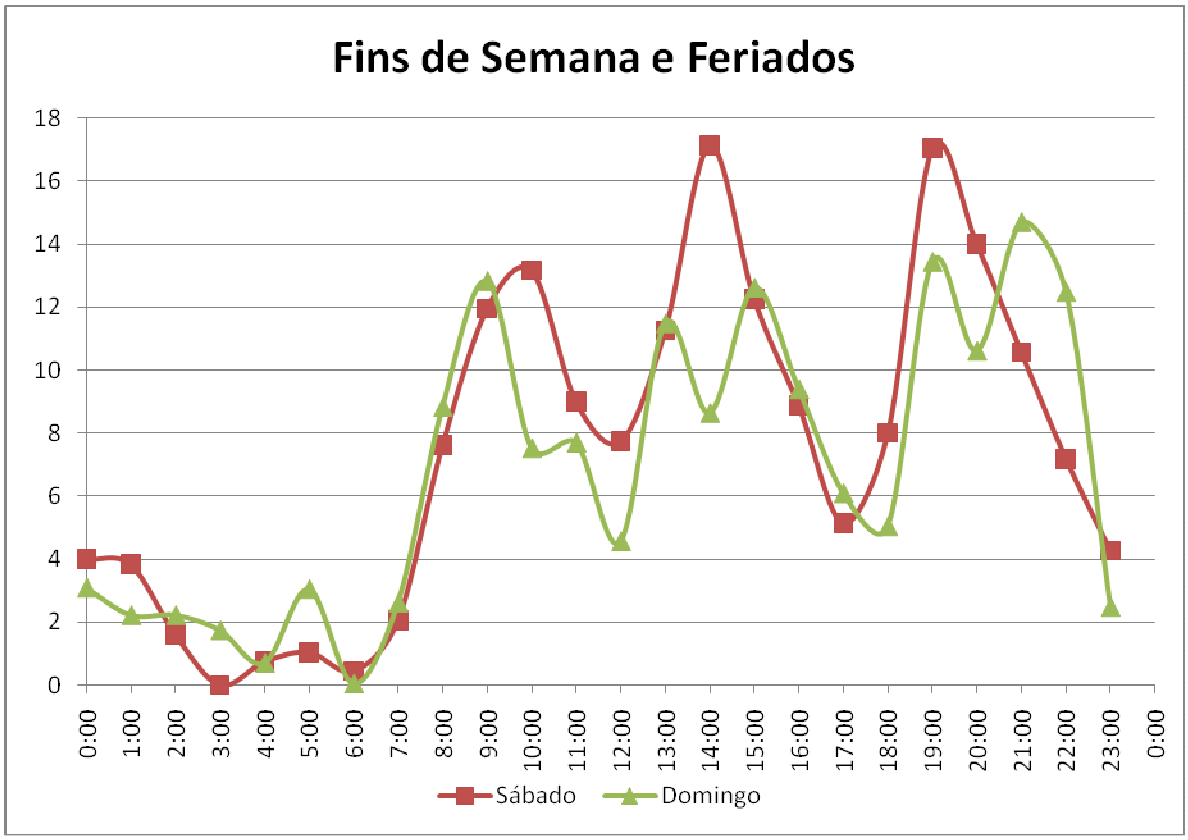


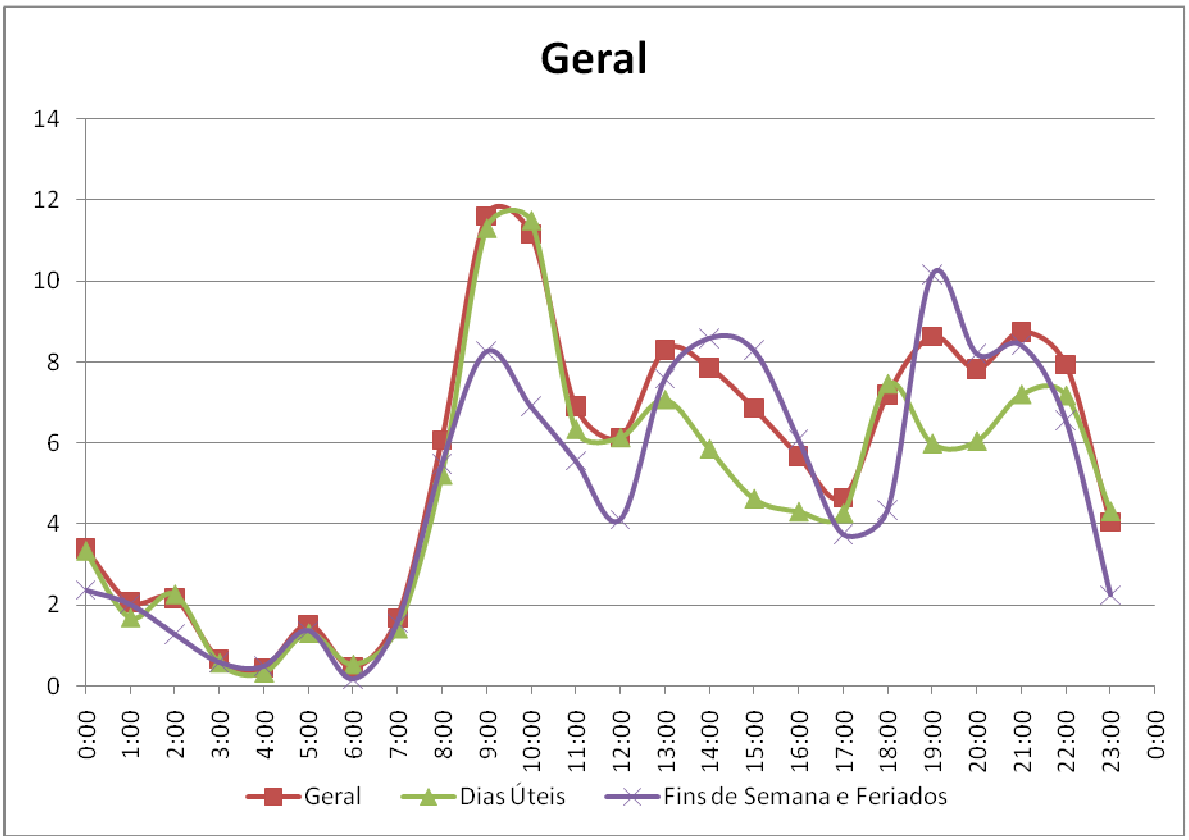

Geral
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

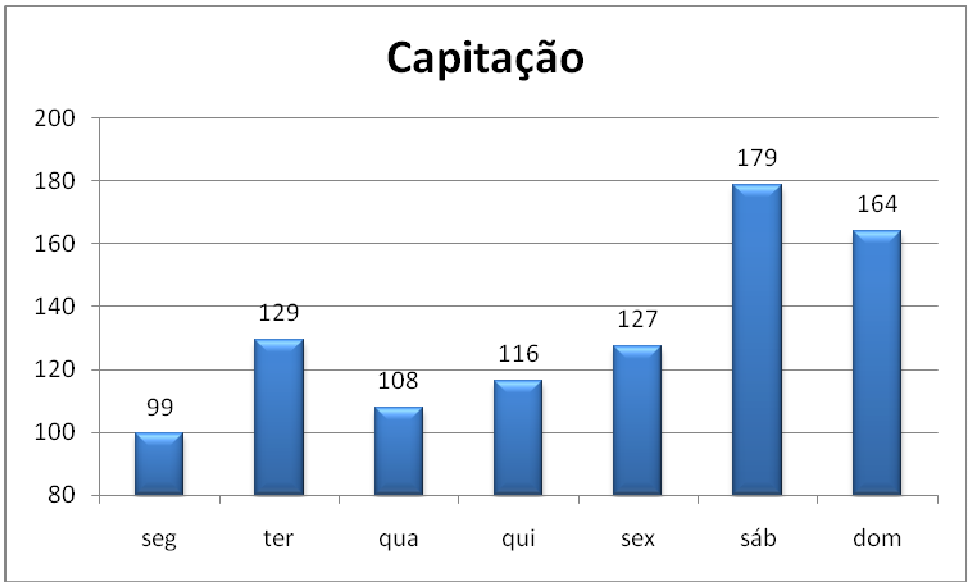

Capitação
140,000
120,000
100,000
80,000
111,063
103,875
118,688
110,875
124,750
109,625
126,063
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação tipologia T1

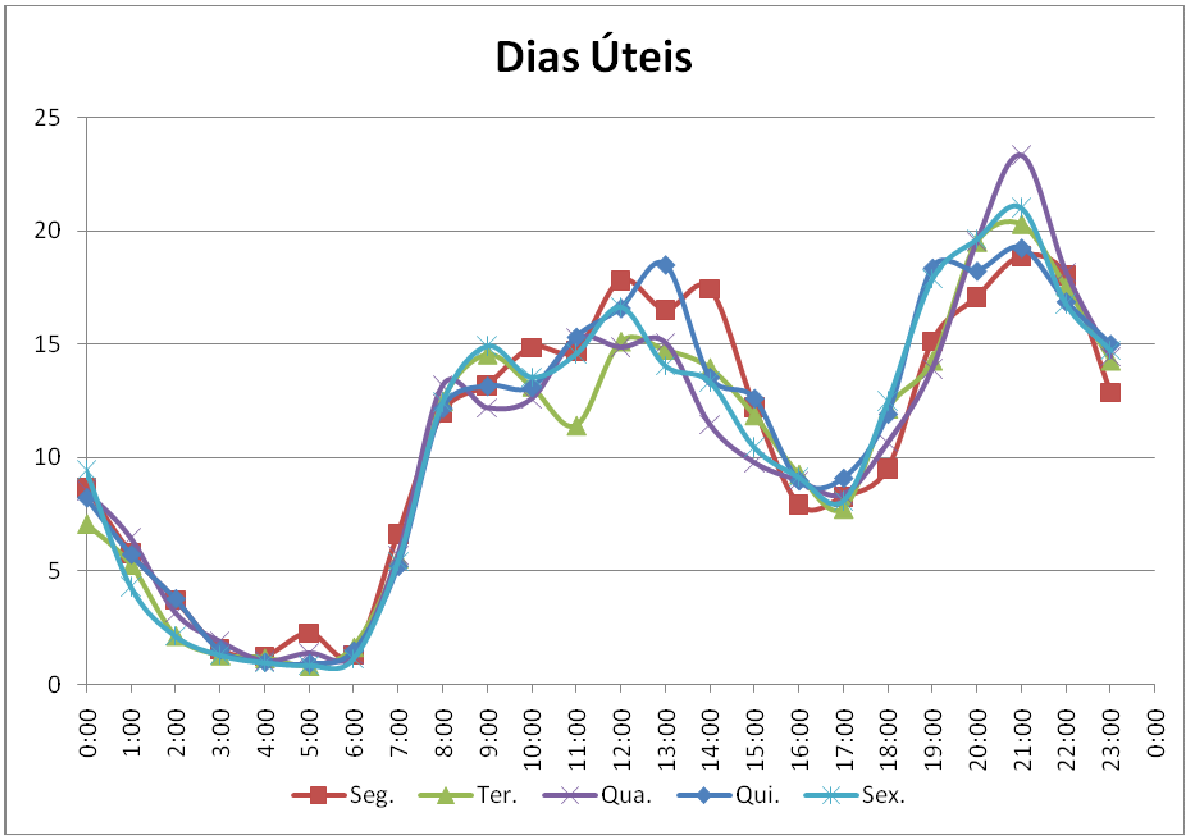


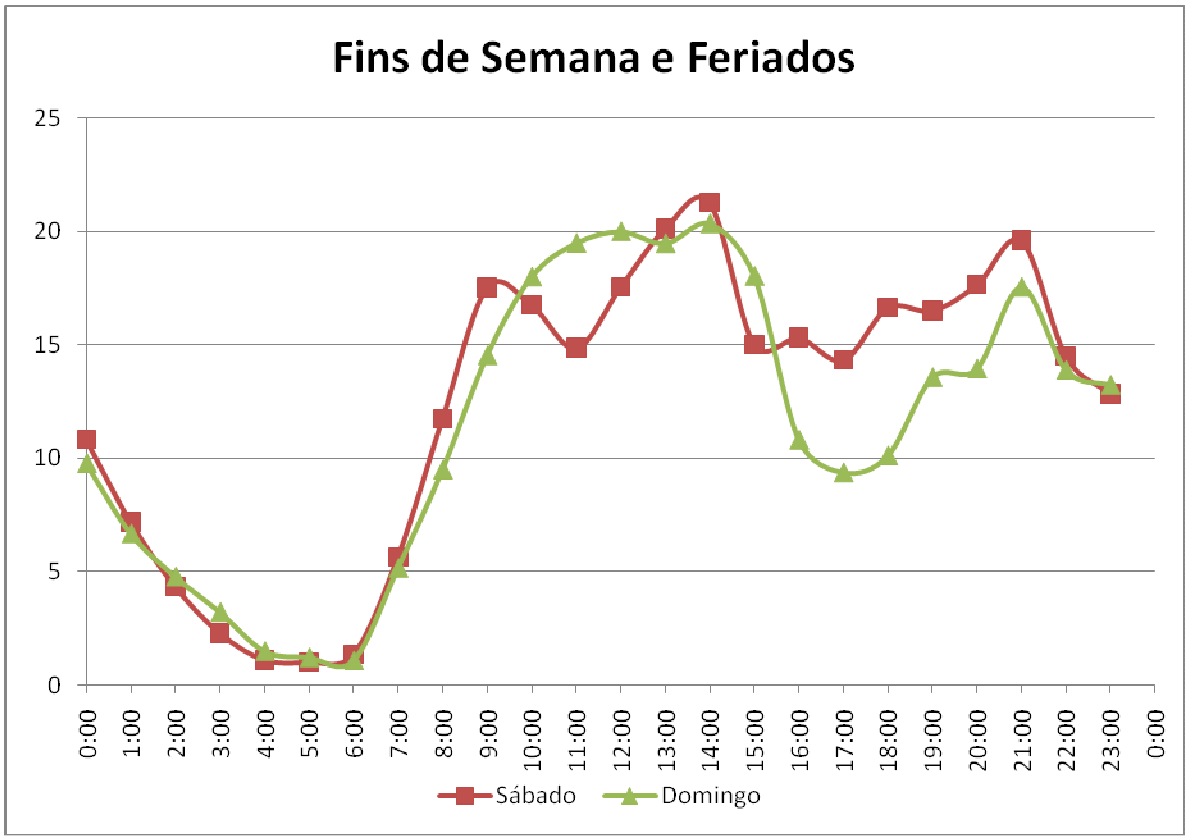


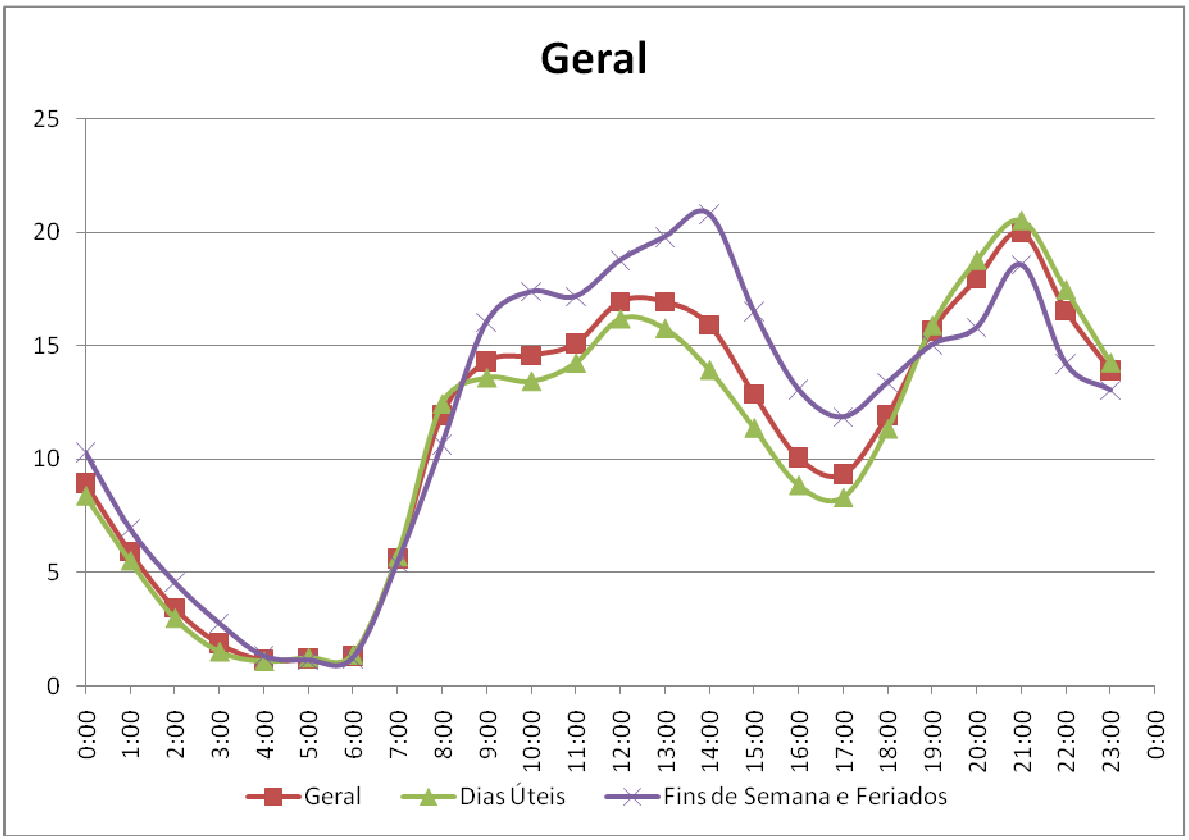

Geral
14
12
10
8
6
4
2
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

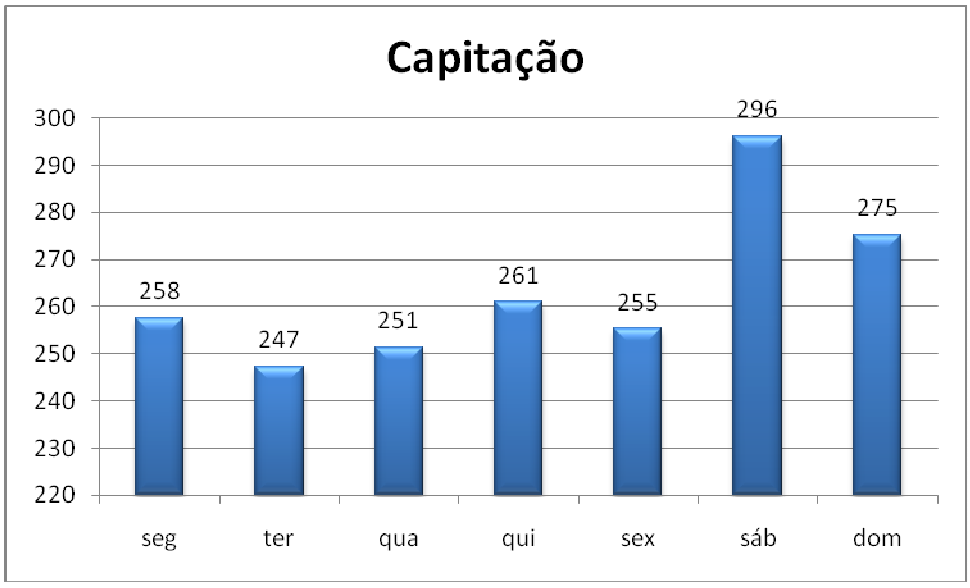

Capitação
200
180
160
140
120
100
80
99
129
108
116
127
179
164
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação tipologia T2

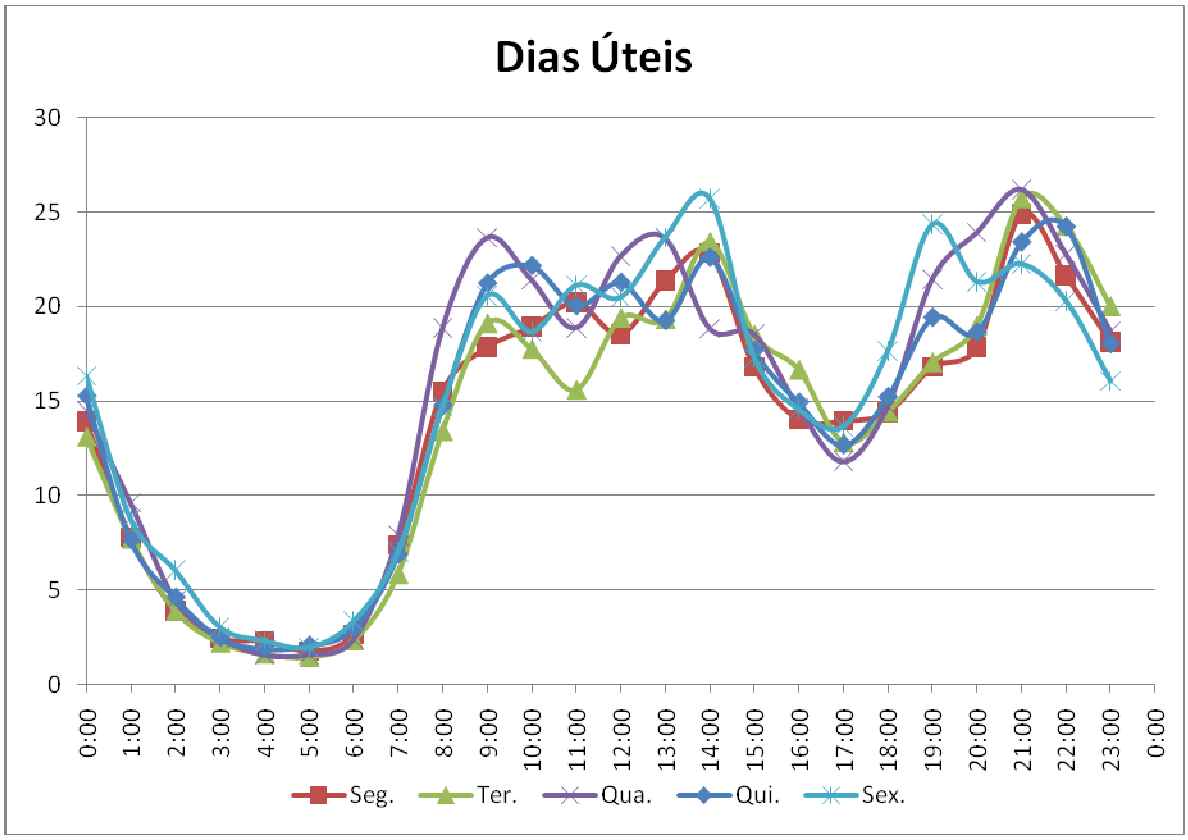


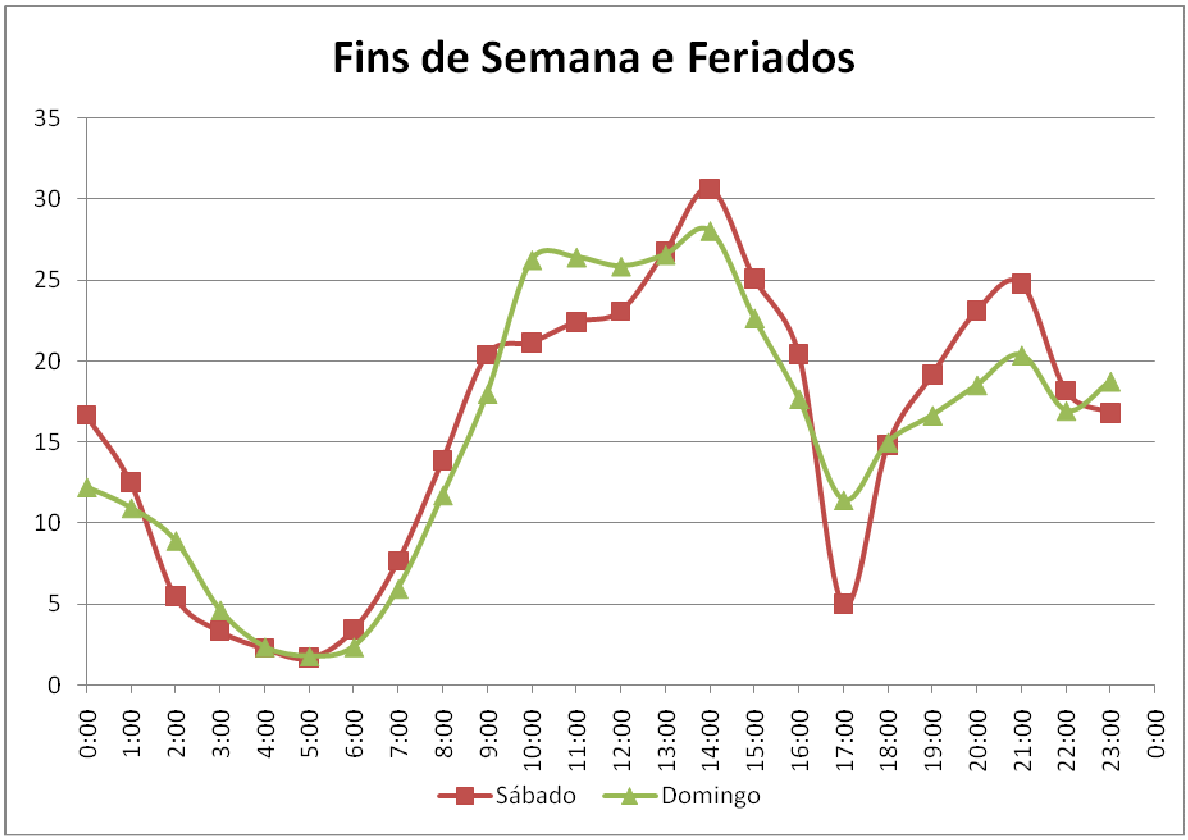


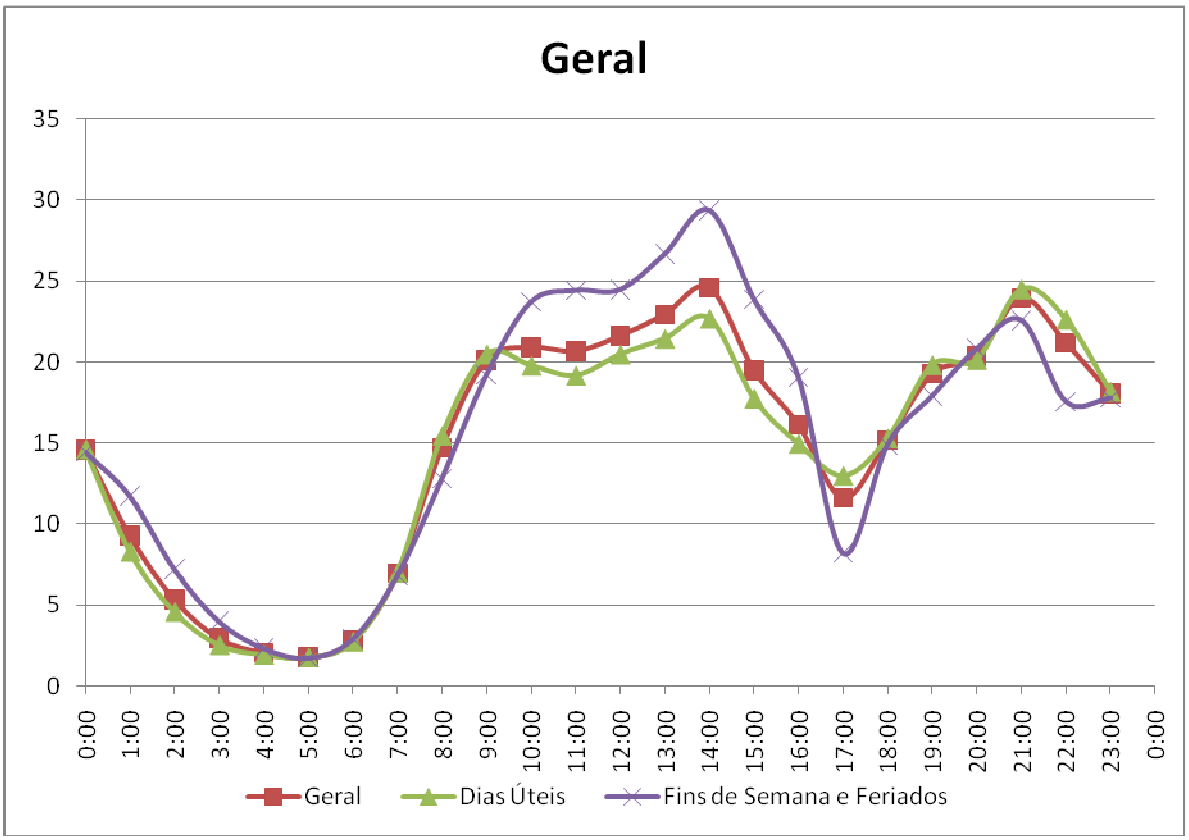

Geral
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

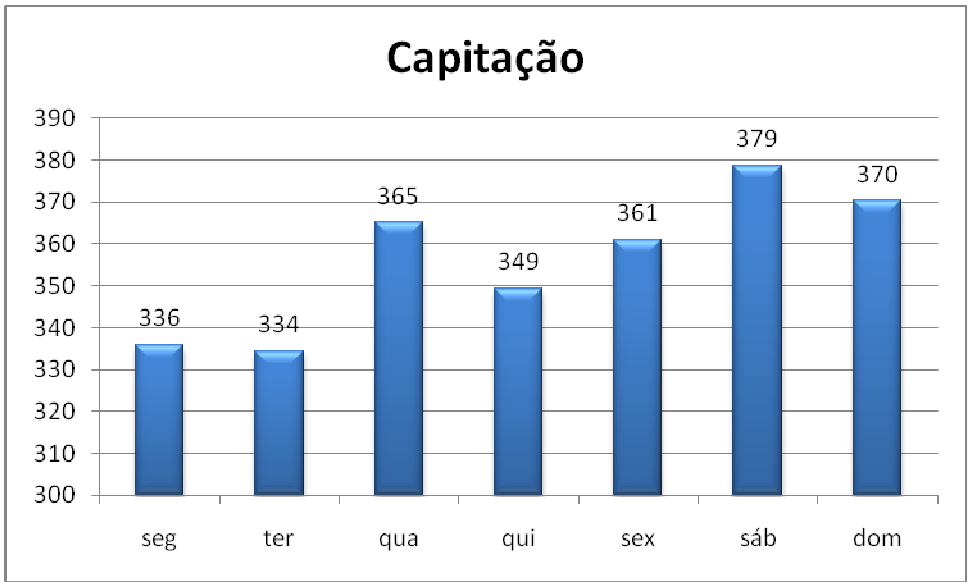

Capitação
300
290
280
270
260
250
240
230
220
258
247
251
261
255
296
275
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação tipologia T3

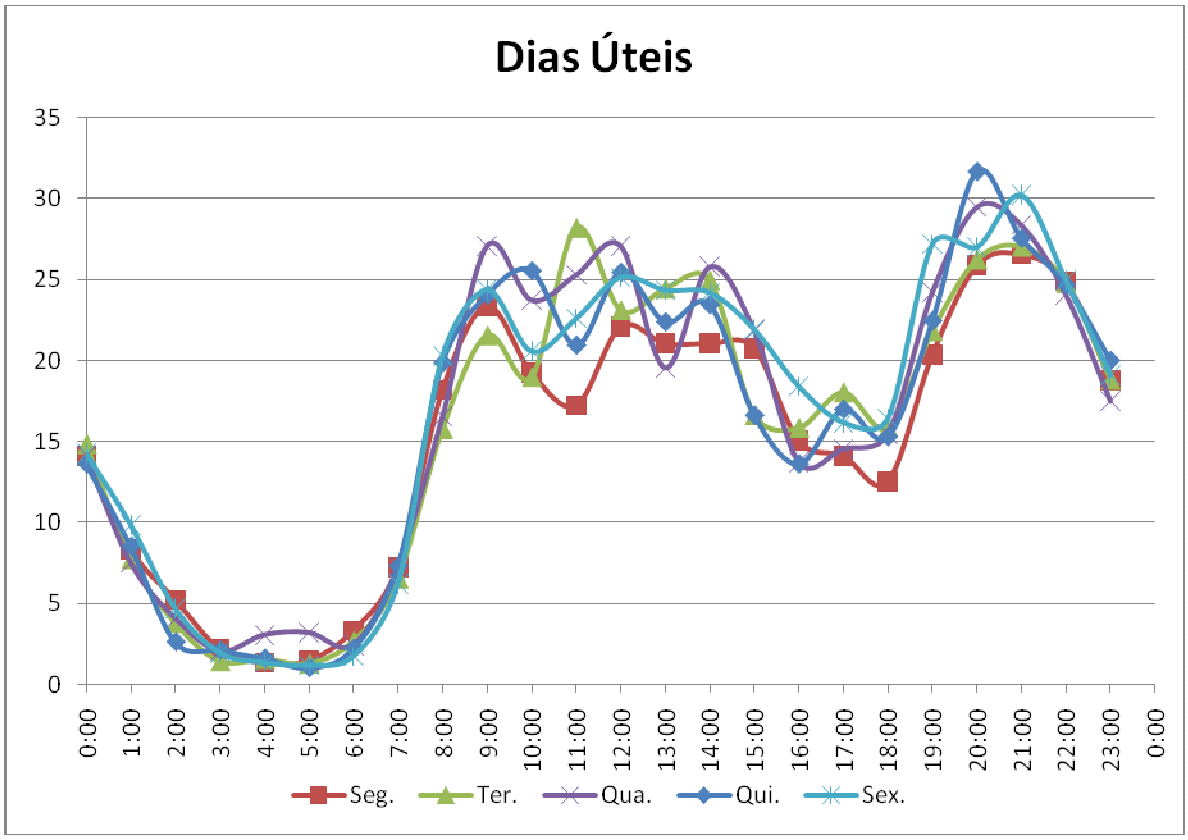


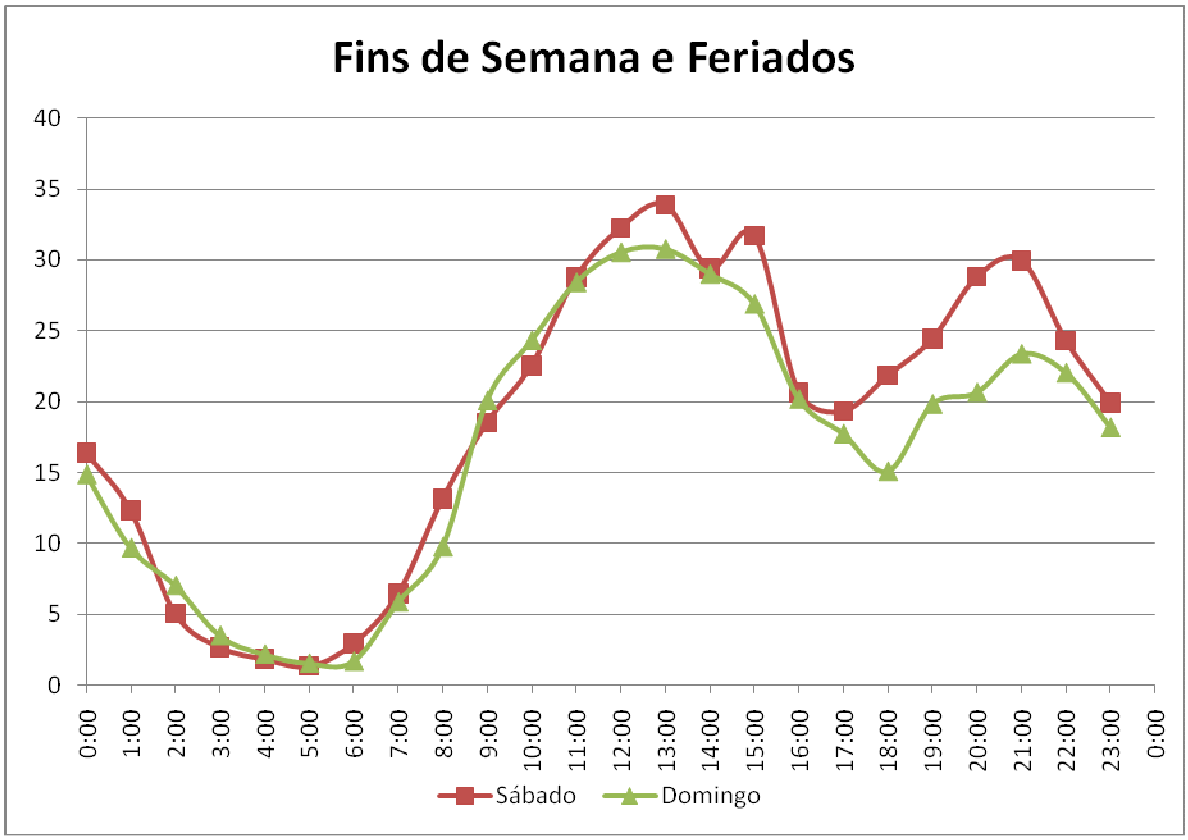


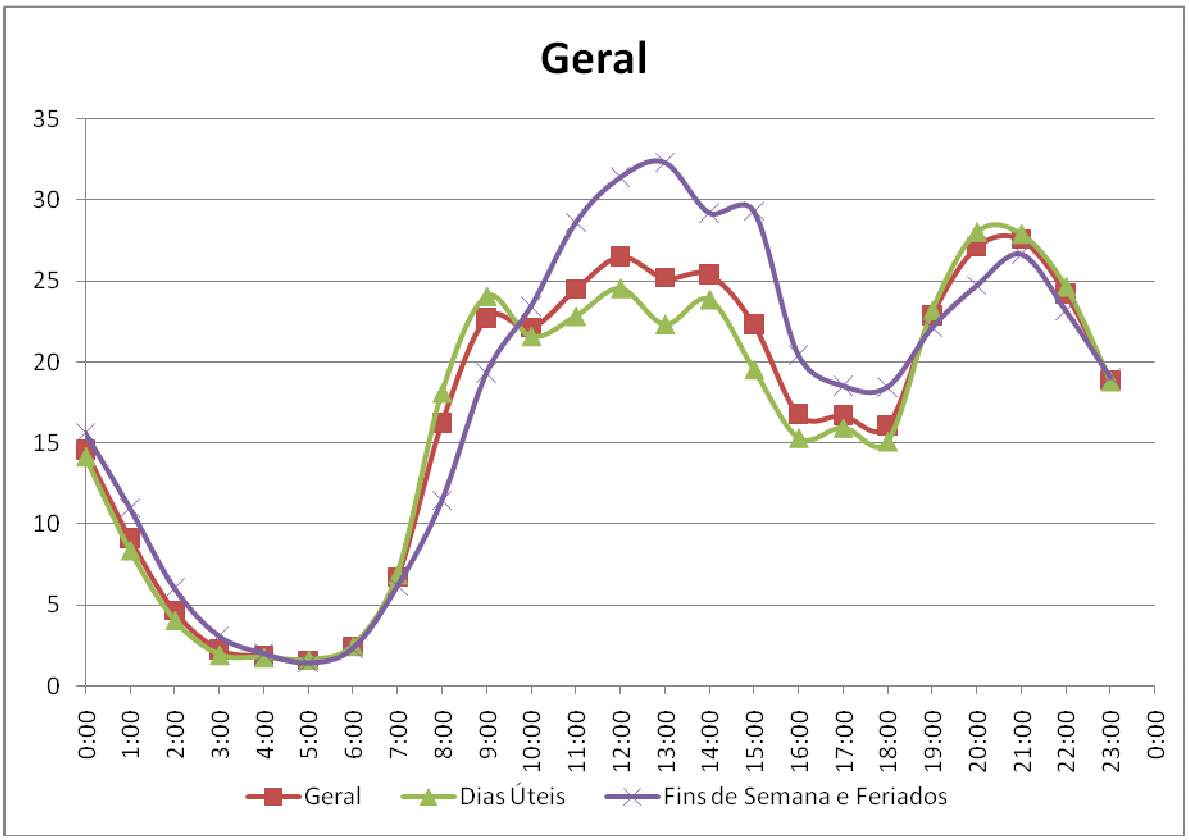

Geral
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados

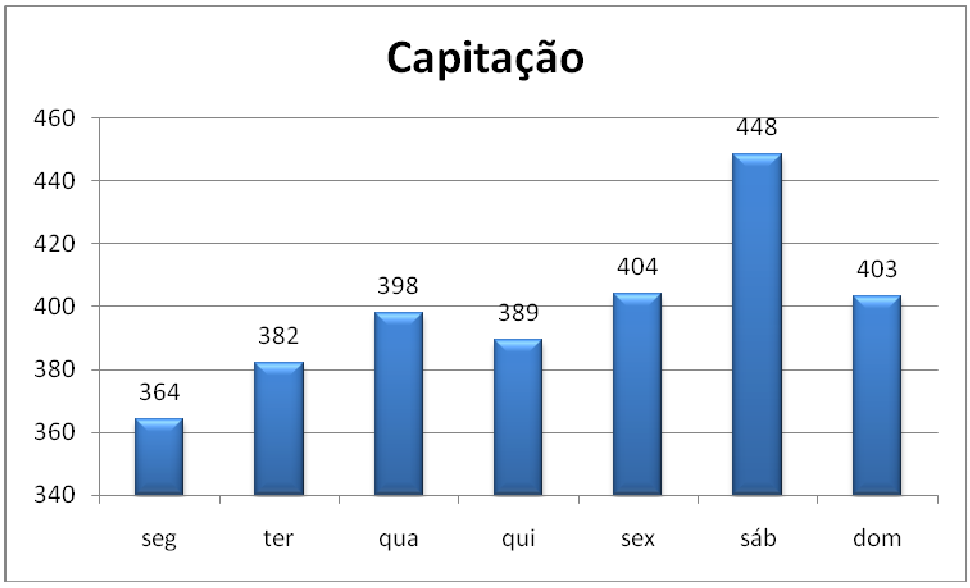

Capitação
390
380
370
360
350
340
330
320
310
300
336
334
365
349
361
379
370
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom

Maio – Habitação tipologia T4






Geral
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
0:00
Geral
Dias Úteis
Fins de Semana e Feriados


Capitação
460
440
420
400
380
360
340
364
382
398
389
404
448
403
seg
ter
qua
qui
sex
sáb
dom