

Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia

PIPGE/EP/IEE/IF/FEA – USP

Demanda Energética em *Solar Home Systems*

Federico Morante Trigoso

2000

Universidade de São Paulo
Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia

Demanda Energética em *Solar Home Systems*

Por

Federico Morante Trigoso

Dissertação para obtenção do título de **Mestre em Energia**

São Paulo, abril de 2000

DEMANDA ENERGÉTICA EM *SOLAR HOME SYSTEMS*

Por

Federico Morante Trigoso
Engenheiro Eletrônico

Dissertação submetida ao Corpo Docente do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de:

Mestre em Energia

Linha de Pesquisa: Fontes Renováveis e Não Convencionais

Orientador: Prof. Dr. Roberto Zilles

Banca examinadora:

Prof. Dr. Roberto Zilles
Prof. Dr. Adnei Melges de Andrade
Prof. Dr. Eduardo Lorenzo

São Paulo, 5 de abril de 2000

Dedicatória

A Yusara e Yurema pelo tempo roubado a sua infância e a minha mãe por seus eternos ensinamento

"A gente se sentia muito isolada do mundo antes da energia. Agora, não, a gente pode passear, trabalhar e ficar descansada porque sabe que vai ter luz em casa quando chegar".

"Já sei controlar as cores. Verde está tudo bem, amarelo tem que ter atenção e vermelho é sinal que precisa economizar energia".

Moradoras de Sítio Artur

Ahora que te vivo no te canto.
Ni canto tus paisajes. Ni canto tus volcanes.
Ahora estoy contigo. Y salgo de tu silencio
como una voz de tus piedras
o un bramido de tus vientos,
que con golpes de ala o de poema
abre y entra en tu corazón
para decirles a tus hijos como a hombres
de este siglo:

Que la libertad que gozan ellos
será comedia de esclavos,
si no la viven, la trabajan y elevan
en la jornada suprema de cada día,
si no la saben en el pan, en el amor y en la idea.
Si no derruyen las celdas
de esas conciencias de barro,
para que ella entre en la vida
como el oxígeno, como el Sol y como el agua.

Guillermo Mercado
(Arequipa - Perú)

Agradecimentos

O meu primeiro agradecimento é para meu professor e amigo Roberto Zilles que desde um primeiro momento soube confiar em mim abrindo as portas da sua compreensão, além de permitir caminharmos juntos pelas trilhas da pesquisa e das florestas. Agradeço também a todo o Grupo de Energia Solar e aos professores e amigos do Instituto de Eletrotécnica e Energia por ter-me acolhido com sinceridade e afeto. Espero que, através do meu trabalho, as instalações e infra-estrutura do Instituto tenham sido empregadas positivamente.

O meu eterno agradecimento a todos os homens e mulheres - crianças, jovens e anciãos - que moram junto às belíssimas matas da zona litorânea do Vale do Ribeira nas comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá. Muito obrigado por ter-me ajudado na pesquisa com suas anotações diárias e por ter aberto as portas de suas moradias e de seus corações.

Muitas outras pessoas também irradiaram, como o sol, sua energia conseguindo vencer as distâncias, aquecendo assim minha alma. O meu agradecimento aos meus pais e meus irmãos Alfredo, Hernán, Carmen, Maria e Marcia por seu carinho e força para suportar o distanciamento. Agradeço também a Raquel Camargo por seu incondicional apoio em todos os momentos e por sua espera que venceu o espaço e o tempo.

Finalmente o meu reconhecimento sincero e agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que, sem seu apoio, essa pesquisa não teria sido possível.

ÍNDICE

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Resumo

Abstract

| | |
|---|----|
| Apresentação | 1 |
| Capítulo I. Introdução | 3 |
| 1.1. Motivação | 3 |
| 1.2. Objetivos | 6 |
| 1.3. Metodologia | 6 |
| Capítulo II. Demanda Energética e sua Relação com o Dimensionamento dos Sistemas | 9 |
| 2.1. Introdução | 9 |
| 2.2. Conseqüências derivadas do dimensionamento | 10 |
| 2.2.1. Efeitos do desconhecimento da demanda energética no meio rural | 10 |
| 2.2.1.1. Com relação aos aspectos técnicos | 10 |
| 2.2.1.2. Com relação aos aspectos econômicos e financeiros | 11 |
| 2.2.1.3. Com relação aos aspectos sócio culturais | 12 |
| 2.2.2. Exemplos das conseqüências do dimensionamento | 14 |
| 2.2.2.1. Caso das zonas remotas da Líbia | 14 |
| 2.2.2.2. O caso da Central Solar Rondulinu-Paomia (Ilha da Córsega) – França | 16 |
| 2.2.2.3. O caso do Projeto ECOWATT – Ilha do Cardoso | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3. Antecedentes de medição do consumo | 21 |
| 2.3.1. A experiência espanhola | 21 |
| 2.3.2. A experiência na região norte do Chile | 24 |
| 2.3.3. Consumos verificados no Kenya | 27 |
| 2.3.4. Comportamento da demanda energética em Abou-Sorra na Síria | 29 |
| Capítulo III. Descrição do Medidor de Ampère-hora Desenvolvido | 35 |
| 3.1. Introdução | 35 |
| 3.2. Medição da energia em sistemas com corrente contínua | 36 |
| 3.2.1. Principais características de um circuito elétrico | 36 |
| 3.2.2. Medição da energia em um circuito elétrico | 37 |
| 3.2.3. Dados históricos dos instrumentos de medição de energia elétrica | 39 |
| 3.2.3.1. Corrente contínua X corrente alternada | 39 |
| 3.2.3.2. Origens da medição da energia elétrica | 40 |
| 3.2.4. Tipos de medidores de Ah | 41 |
| 3.2.4.1. Medidores eletroquímicos | 41 |
| 3.2.4.2. Medidores eletromagnéticos | 42 |
| 3.2.4.3. Medidores eletrônicos | 43 |
| 3.3. Descrição do medidor de Ah eletrônico desenvolvido para realizar a pesquisa | 44 |
| 3.4. Parâmetros do medidor | 48 |
| 3.4.1. Corrente de carga | 49 |
| 3.4.2. Tensão no <i>shunt</i> | 49 |
| 3.4.3. Tensão amplificada na entrada do conversor | 49 |
| 3.4.4. Frequência do trem de pulsos | 49 |
| 3.4.5. Tempo do pulso de contagem | 50 |
| 3.5. Comportamento do medidor | 50 |
| 3.6. Montagem e instalação | 53 |
| 3.7. Considerações adicionais | 55 |

| | |
|---|-----------|
| Capítulo IV. Caracterização das Comunidades Rurais Onde se Realizou a Pesquisa | 57 |
| 4.1. Introdução | 57 |
| 4.2. O Vale do Ribeira | 58 |
| 4.2.1. Antecedentes sócioeconômicos | 58 |
| 4.2.2. Características geográficas | 60 |
| 4.2.3. Flora e fauna da sub-região litorânea | 63 |
| 4.2.4. Dados históricos da ocupação humana | 66 |
| 4.3. A eletrificação fotovoltaica no Vale do Ribeira | 68 |
| 4.4. Descrição dos sistemas fotovoltaicos e das comunidades onde se realizou a pesquisa | 75 |
| 4.4.1. A comunidade de Varadouro | 75 |
| 4.4.2. A comunidade de Retiro | 78 |
| 4.4.3. A comunidade de Sítio Artur | 80 |
| 4.4.4. A comunidade de Marujá | 83 |
| Capítulo V. Características Sociais, Econômicas e Culturais das Famílias Estudadas | 87 |
| 5.1. Introdução | 87 |
| 5.2. Características das famílias estudadas | 88 |
| 5.2.1. Descrição das famílias da comunidade de Varadouro | 88 |
| 5.2.1.1. Família 1 | 88 |
| 5.2.1.2. Família 2 | 91 |
| 5.2.1.3. Família 3 | 92 |
| 5.2.1.4. Família 4 | 92 |
| 5.2.1.5. Família 5 | 94 |
| 5.2.1.6. Família 6 | 94 |
| 5.2.1.7. Família 7 | 95 |
| 5.2.2. Descrição das famílias da comunidade de Retiro | 98 |

| | |
|--|------------|
| 5.2.2.1. Família 8 | 98 |
| 5.2.2.2. Família 9 | 99 |
| 5.2.3. Descrição das famílias da comunidade de Sítio Artur | 101 |
| 5.2.3.1. Família 10 | 101 |
| 5.2.3.2. Família 11 | 102 |
| 5.2.3.3. Família 12 | 104 |
| 5.2.3.4. Família 13 | 105 |
| 5.2.3.4. Família 14 | 105 |
| 5.2.4. Descrição das famílias da comunidade de Marujá | 107 |
| 5.2.4.1. Família 15 | 107 |
| 5.2.4.2. Família 16 | 109 |
| 5.2.4.3. Família 17 | 109 |
| 5.2.4.4. Família 18 | 111 |
| 5.3. Comentários sobre a dinâmica social e energética das comunidades pesquisadas | 113 |
| | |
| Capítulo VI. Análise dos Resultados das Medições de Consumo | 119 |
| | |
| 6.1. Introdução | 119 |
| 6.2. Resultados das medições de consumo | 123 |
| 6.2.1. Comunidade de Varadouro | 123 |
| 6.2.2. Comunidade de Retiro | 127 |
| 6.2.3. Comunidade de Sítio Artur | 130 |
| 6.2.4. Comunidade de Marujá | 133 |
| 6.3. Algumas constatações derivadas dos resultados das medições | 135 |
| 6.3.1. Comparação da demanda energética das comunidades pesquisadas | 136 |
| 6.3.2. Fatores que influem na demanda energética | 140 |
| 6.3.2.1. O nível de renda e sua influência no consumo | 140 |
| 6.3.2.2. Influência dos centros urbanos | 145 |
| 6.3.2.3. Localização geográfica | 146 |
| 6.3.2.4. Influência do clima | 146 |

| | |
|---|-----|
| 6.3.2.5. Variáveis arquitetônicas | 149 |
| 6.3.2.6. Influência da composição familiar | 150 |
| 6.3.2.7. Variáveis relacionadas com a atividade econômica | 151 |
| 6.3.2.8. Grau de escolaridade e aptidão técnica | 152 |
| 6.3.2.9. Hábitos, conduta e forma de uso dos equipamentos | 153 |
| 6.4. Grupos de consumo identificados | 155 |
| 6.5. Algumas considerações sobre o consumo e o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos | 158 |
| | |
| Capítulo VII. Considerações Finais | 163 |
| | |
| 7.1. Conclusões | 163 |
| 7.2. Contribuições da dissertação | 166 |
| 7.3. Sugestões para futuros trabalhos | 168 |
| | |
| Anexo I | 170 |
| Anexo II | 176 |
| Referências Bibliográficas | 196 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Características das cargas estimadas para as tendas (caso das zonas remotas da Líbia).

Tabela 2.2. Características das cargas estimadas para as cabanas (caso das zonas remotas da Líbia).

Tabela 2.3. Tamanho e custos unitários dos sistemas fotovoltaicos das tendas (caso das zonas remotas da Líbia).

Tabela 2.4. Consumo estimado e efetivo da instalação fotovoltaica de Paomia.

Tabela 2.5. Grupos familiares e consumos identificados na experiência espanhola.

Tabela 2.6. Características das medições feitas na região norte do Chile.

Tabela 2.7. Consumo energético no Kenya por tipo de carga e tamanho do sistema.

Tabela 3.1. Características das saídas do circuito integrado utilizado no medidor de Ah.

Tabela 3.2. Dados gerados pela planilha de análise do comportamento do medidor de Ah.

Tabela 4.1. Unidades Básicas de Saúde atendidas com sistemas fotovoltaicos – Convênio CESP / Secretaria da Saúde.

Tabela 4.2. Sistemas instalados na Estação Ecológica Juréia-Itatins.

Tabela 4.3. Configuração de cada sistema e potência total instalada através do programa ECOWATT.

Tabela 4.4. Características dos sistemas previstos pelo Projeto Eldorado.

Tabela 4.5. Características das instalações do “Núcleo Perequê” na Ilha do Cardoso.

Tabela 4.6. Características das instalações monitoradas na comunidade de Varadouro.

Tabela 4.7. Características das instalações monitoradas na comunidade de Retiro.

Tabela 4.8. Características das instalações monitoradas na comunidade de Sítio Artur.

Tabela 4.9. Características das instalações monitoradas na comunidade de Marujá.

Tabela 5.1. Características das famílias da comunidade de Varadouro.

Tabela 5.2. Características das famílias da comunidade de Retiro.

Tabela 5.3. Características das famílias da comunidade de Sítio Artur.

Tabela 5.4. Características das famílias da comunidade de Marujá.

Tabela 6.1. Localização e data de instalação dos medidores de Ah.

Tabela 6.2. Características dos sistemas fotovoltaicos e das cargas instaladas nas moradias das comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

Tabela 6.3. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Varadouro entre novembro 1998 e fevereiro 2000.

Tabela 6.4. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Retiro entre fevereiro 1999 e fevereiro 2000.

Tabela 6.5. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Sítio Artur entre dezembro 1998 e fevereiro 2000.

Tabela 6.6. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Marujá entre abril 1999 e fevereiro 2000.

Tabela 6.7. Consumos mínimo, máximo, médio anual e desvio padrão das famílias monitoradas nas comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

Tabela 6.8. Renda média mensal das famílias de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

Tabela 6.9. Grupos de consumo identificados por meio da pesquisa.

Tabela 6.10. Grupos de consumo, consumos médios e máximos e sua relação com o sistema de geração e acumulação de energia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Sistema tradicional de iluminação a querosene e velas em residências não eletrificadas.

Figura 1.2. Sistema tradicional de iluminação a gás em residências não eletrificadas.

Figura 2.1. Instalação do programa ECOWATT com muito sombreamento.

Figura 2.1. Instalação do programa ECOWATT onde por meio de um pano o morador reduz a geração elétrica.

Figura 2.3. Típica moradia do altiplano andino.

Figura 2.4. Moradia e sistema fotovoltaico no altiplano andino.

Figura 2.5. Aspecto das moradias rurais do Kenya.

Figura 2.6. Família e moradia rural típica (*shambas*) do Kenya.

Figura 2.7. Típica moradia rural da Síria e mulher transportando água.

Figura 2.8. Família de beduínos da Síria.

Figura 2.9. Histograma da energia demandada do gerador fotovoltaico da planta solar de Abou-Sorra na Síria.

Figura 3.1. Típico circuito elétrico de corrente contínua.

Figura 3.2. Diagrama de blocos do Medidor de Ah.

Figura 3.3. Relação entre a frequência dos pulsos e os Ah registrados.

Figura 3.4. Diagrama que mostra as variáveis fundamentais do medidor de Ah.

Figura 3.5. Relação entre a corrente de carga e a tensão no *shunt*.

Figura 3.6. Relação entre a tensão no *shunt* e a frequência do trem de pulsos.

Figura 3.7. Relação entre o tempo da contagem e a tensão no *shunt*.

Figura 3.8. Esquema de ligação do medidor de Ah no sistema fotovoltaico.

Figura 3.9. Vista de um medidor de Ah instalado em uma das moradias da comunidade de Marujá.

Figura 3.10. Vista de um medidor de Ah instalado em uma das moradias da comunidade de Sítio Artur.

Figura 4.1. Mapa de localização do Vale do Ribeira.

Figura 4.2. Mapa detalhando a sub-região do Vale do Ribeira onde se realizou a pesquisa e que compreende o complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia.

Figura 4.3. Manguezais do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia.

Figura 4.4. Aspecto da UBS de Marujá na Ilha do Cardoso.

Figura 4.5. Aspecto da Estação Ecológica Juréia-Itatins.

Figura 4.6. Instalação fotovoltaica do programa ECOWATT.

Figura 4.7. Instalação fotovoltaica do “Núcleo Perequê”.

Figura 4.8. Moradia, família e gerador fotovoltaico da comunidade de Varadouro.

Figura 4.9. Moradia, família e gerador fotovoltaico da comunidade de Retiro.

Figura 4.10. Moradia, gerador fotovoltaico e habitante da comunidade de Sítio Artur.

Figura 4.11. Aspecto de uma moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Marujá.

Figura 5.1. Aspecto de uma cozinha tradicional da comunidade de Varadouro.

Figura 5.2. Etapa do processo de fabricação de farinha de mandioca utilizando o tradicional “tráfico”.

Figura 5.3. Lanterna a vela utilizada nas comunidades rurais.

Figura 5.4. Aspecto de uma das moradias da comunidade de Varadouro.

Figura 5.5. Moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Retiro.

Figura 5.6. Tradicional cerco para peixes localizado no complexo estuarino-lagunar.

Figura 5.7. Moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Sítio Artur.

Figura 5.8. Moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Marujá.

Figura 6.1. Aspecto dos medidores de Ah instalados na moradia da família 16 da comunidade de Marujá.

Figura 6.2. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Varadouro.

Figura 6.3. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Varadouro entre novembro 1998 e fevereiro 2000.

Figura 6.4. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Retiro.

Figura 6.5. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Retiro entre fevereiro 1999 e fevereiro 2000.

Figura 6.6. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Sítio Artur.

Figura 6.7. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Sítio Artur entre dezembro 1998 e fevereiro 2000.

Figura 6.8. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Marujá.

Figura 6.9. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Marujá entre abril 1998 e fevereiro 2000.

Figura 6.10. Consumo médio anual em kWh/mês das famílias monitoradas nas comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia.

Figura 6.11. Consumo energético em kWh/mês e renda em R\$ x 100 das famílias das comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

Figura 6.12. Irradiação média diária em kWh/m² obtida por meio da célula calibrada e do medidor de Ah instalados na moradia da família 16 da comunidade de Marujá.

Figura 6.13. Histograma de consumo energético em kWh/mês das famílias 10 e 16.

Figura 6.14. Escola de 1º Grau da comunidade de Retiro.

Figura 6.15. Escola de 1º Grau da comunidade de Varadouro.

Resumo

O objetivo central desta dissertação é procurar o esclarecimento das relações de causa e efeito entre a demanda energética e os fatores de técnicos, econômicos, sociais e culturais que poderiam influenciá-lo. Para isto foi estabelecida uma pesquisa de campo com a inclusão de 18 famílias distribuídas em quatro comunidades localizadas no Vale do Ribeira, litoral sul do Estado de São Paulo.

O consumo energético destas famílias foi medido ao longo de mais de um ano e, para possibilitar sua execução, foi necessário desenvolver um equipamento capaz de fornecer o consumo diário em unidades de Ampère-hora. Este instrumento de medição foi acoplado aos sistemas fotovoltaicos existentes nessas comunidades e, além disso, foi materializada uma metodologia de obtenção de dados que inclui a participação direta dos usuários. A obtenção de dados, realizada manualmente, visava proporcionar um inter-relacionamento entre o sistema, o usuário e o pesquisador com a finalidade de, além dos dados puramente técnicos, obter informações sociais e culturais relacionadas com os usos energéticos.

Através desta metodologia foi possível verificar que a demanda energética está relacionada com uma série de fatores que fogem do contexto preestabelecido. Foi constatado que o comportamento de caráter social e cultural das pessoas estará refletido no funcionamento do sistema fotovoltaico como um todo. A dissertação deixa aberta a possibilidade de se aprofundar nesses estudos e propor uma metodologia de dimensionamento que inclua todos os parâmetros envolvidos nessa problemática energética, ainda desconhecida.

Abstract

The central objective of this work is to understand the relationships between the energy demand and technical, economic, social and cultural factors that could influence it. For this a field research was established with the inclusion of 18 families distributed in four communities located in the South Coast of the State of *São Paulo, Vale do Ribeira*.

The energy consumption of these families was measured along more than one year and, to facilitate its execution, it was necessary to develop an equipment capable to supply the daily consumption in units of Ampere-hour. This instrument was coupled to the photovoltaic systems in those communities and, besides, it was materialized a methodology of data obtaining that includes the users' participation. The obtaining of data manually sought to provide an inter-relationship among the system, the user and the researcher with the purpose of, besides the data purely technicians, to obtain social and cultural information related with the energy uses.

Through this methodology it was possible to verify that the energy demand is related with a series of factors that escape from the previous context. It was verified that the social and cultural behavior of the peoples will be reflected overall in the photovoltaic systems operation. The master thesis show ways to deep in those studies that will be helpful to design methodology that includes all the parameters involved, still ignored.

Apresentação

Este trabalho encontra-se estruturado da seguinte maneira:

O *capítulo 1* introduz o leitor na pesquisa dando uma idéia geral de seu contexto atual, da motivação e da metodologia proposta.

No *capítulo 2* se explica a problemática relacionada com a falta de estudos sistemáticos do consumo energético no meio rural mostrando alguns exemplos dessa carência. Também se faz uma resenha sobre alguns antecedentes relacionados com este estudo no mundo.

O *capítulo 3* trata sobre os fundamentos do instrumento de medição utilizado, explica o circuito eletrônico, os parâmetros de funcionamento, as características técnicas e algumas considerações sobre a montagem e instalação.

No *capítulo 4* se faz uma análise das características da região em estudo através de uma resenha das comunidades, sua localização e sua problemática energética. Também são indicadas as características dos sistemas fotovoltaicos instalados, das cargas utilizadas e das comunidades que participaram da pesquisa.

No *capítulo 5* se descreve as principais características das famílias estudadas, dando ênfase a seu nível de renda, suas atividades econômicas, o tipo de moradia, os usos finais da energia, a composição familiar e suas aspirações perante a problemática energética como um todo.

No *capítulo 6*, através de tabelas e gráficos comparativos, são mostrados os resultados de consumo obtidos em cada comunidade. Este capítulo constitui a parte principal da dissertação porque oferece informações relacionadas com o comportamento da demanda energética no meio rural. Neste sentido, de acordo aos resultados da pesquisa, são identificados alguns grupos de consumidores e, além disso, se faz uma discussão sobre as principais variáveis que influem no consumo e suas relações de causa e efeito com a demanda energética e com o dimensionamento dos sistemas.

Finalmente, no *capítulo 7* são apresentadas as conclusões resultantes da pesquisa e comentadas as contribuições da dissertação. Também se inclui algumas sugestões, recomendações e comentários sobre os resultados do estudo.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Uma das principais aplicações da Energia Solar Fotovoltaica é a energização rural de residências de baixa renda isoladas e distantes da rede de distribuição de energia elétrica. Existem diversos métodos de dimensionamento dessas pequenas instalações, amplamente conhecidas na literatura como *Solar Home System's* (SHS's), que incluem desde métodos intuitivos, numéricos até analíticos [Egido & Lorenzo, 1992]. No entanto, independentemente do método adotado, a determinação da energia diária requerida deriva de uma hipótese de consumo estabelecida pelo projetista. Em geral, essa hipótese está baseada no número de horas de utilização de cada carga (luminárias, rádio, TV etc.). Esta

estimativa é utilizada devido ao desconhecimento das necessidades energéticas, Wh/dia, das famílias com residências não eletrificadas.

A avaliação do sistema tradicional de energização que utiliza lamparinas a querosene ou lanternas a vela ou a pilhas, como ilustrado na figura 1.1., além da tradicional iluminação a gás, como pode ser visto na figura 1.2., não permite definir um padrão de consumo diário em termos de Wh/dia para fins de dimensionamento, apenas oferece uma definição dos gastos na despesa energética familiar [Scalambrini H., 1997], [Oliveira L. et al., 1996].



Figura 1.1. Sistema tradicional de iluminação a querosene e velas em residências não eletrificadas.



Figura 1.2. Sistema tradicional de iluminação a gás em residências não eletrificadas.

Além disso, em adição a esses fatos puramente técnicos e econômicos, no dimensionamento geralmente não são levadas em conta algumas variáveis de índole sociológica e cultural que poderiam influir de maneira ampla no consumo. Sem dúvida, a consideração dessas variáveis ajudaria na escolha mais apropriada dos sistemas e adequada à realidade das famílias rurais, sobretudo porque o dimensionamento e conseqüentemente a eleição de um determinado sistema se manifestarão de forma ampla em diversos aspectos como custos, desempenho, grau de satisfação do usuário e outras variáveis relacionadas com a apropriação da tecnologia.

Por outro lado, o conhecimento das necessidades energéticas das famílias rurais, e portanto o consumo, requer a utilização de um instrumento de medição e o estabelecimento de uma sistemática de medição. Devido a este fato, foi necessário desenvolver um circuito eletrônico capaz de medir o consumo em termos de Ampère-hora (Ah). Este equipamento posteriormente foi instalado em algumas residências de 4 comunidades rurais do Vale do Ribeira, localizado no litoral sul do Estado de São Paulo, e que já contam com sistemas fotovoltaicos.

Devemos considerar também que, na atualidade, existem no país várias experiências de eletrificação rural fotovoltaica em andamento, entretanto, pouco se tem realizado após a implantação desses sistemas no que se refere a determinação dos consumos diário e mensal. Como foi mencionado, estes consumos dependem de muitos fatores sociais, econômicos e culturais ainda não pesquisados com profundidade, assim, um estudo sistemático do consumo em pequenos sistemas fotovoltaicos pode responder algumas questões como:

Qual a necessidade energética das famílias rurais com residências não eletrificadas?

Qual a relação entre número de moradores e consumo?

Qual a relação entre o nível econômico dos moradores e o consumo?

A busca de respostas a essas perguntas e a curiosidade despertada ao longo dos trabalhos de campo constituem o eixo motivador da nossa pesquisa.

1.2. Objetivos

Os objetivos principais estabelecidos para a realização da pesquisa foram:

- Desenvolver um equipamento de medição do consumo energético em sistemas elétricos de corrente contínua e uma metodologia para a coleta de dados.
- Determinar a demanda energética dos *Solar Home Systems* (SHS's) instalados em quatro comunidades rurais localizadas no Vale do Ribeira (projetos IEE/USP e ECOWATT).
- Identificar grupos de consumidores de acordo a um perfil característico relacionado com o número de pessoas, com seu nível de renda, seus hábitos de consumo, a localização geográfica das moradias e sua proximidade aos centros urbanos, além das aspirações energéticas das famílias e outras variáveis sócioeconômicas e culturais.
- Encontrar algumas relações derivadas da influência do consumo energético no dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos.

1.3. Metodologia

A partir de novembro de 1998 iniciou-se a instalação dos medidores de Ah para pesquisar os consumos das residências rurais nas comunidades de Varadouro, Retiro e Marujá, pertencentes ao município de Cananéia e de Sitio Artur, pertencente ao município de Ilha Comprida. Previamente à instalação houve uma reunião com os moradores de cada comunidade para explicar os alcances e objetivos da pesquisa. Esta reunião foi importante pela necessidade da participação dos usuários na obtenção dos dados, uma vez que o processo de registro não é realizado de forma automática.

Aparentemente, formas de registro automatizadas por meio de equipamentos mais sofisticados podem ser consideradas mais apropriadas para pesquisas de determinação de

consumo, no entanto, a introdução de equipamentos complexos e custosos no meio rural apresenta várias barreiras. A primeira está associada ao custo que inviabiliza sua instalação em muitas residências, a segunda está relacionada com a dificuldade de transporte, instalação e operação por um longo período sem depender de uma pessoa especializada. Por último, o possível impacto negativo ao entorno familiar que causaria a instalação de um equipamento mais sofisticado, o qual certamente poderia prejudicar o desenvolvimento da pesquisa e a obtenção das medições.

A despeito desses impactos devemos levar em conta também que, em termos de dados obtidos pelos sistemas de coleta automatizados e os realmente aproveitados, não necessariamente os sistemas de coleta de dados manuais ficam devendo. De acordo a informações fornecidas pelo Instituto de Energia Solar da Universidade Politécnica de Madri, apesar de que por exigência das normas da Comunidade Econômica Européia são instalados sistemas de medição automáticos para medir diversos parâmetros, entre eles o consumo, na realidade somente são aproveitados 30 ou 40% desses dados. De acordo a nossa experiência em campo para efeitos de realizar a pesquisa, a porcentagem de aproveitamento de dados, coletados de forma manual, se encontra em torno de 95% o que representa um indicativo a favor dessa metodologia.

Por outro lado, o registro diário que requer a participação direta do usuário, facilita obter informações adicionais relativas ao entorno familiar e ao consumo energético, como por exemplo: hábitos de consumo, aspectos socioeconômicos e culturais e outras variáveis importantes para a pesquisa que não poderiam ser conhecidas através da utilização de um equipamento automático. Informações desse tipo somente são conseguidas de forma parcial através de entrevistas breves que seguem um padrão previamente estabelecido. Informações mais detalhadas e necessárias para a confecção de cenários, são extraídas depois de um longo processo de conquista da confiança dos usuários, fato favorecido pela metodologia adotada.

Vale salientar que os procedimentos de coleta de dados automáticos têm sua indiscutível importância, mas tratando-se de pesquisas que incluem muitas variáveis não paramétricas e

de índole pessoal, se faz importante a escolha de metodologias que consideram a participação do usuário. Optou-se portanto, por um equipamento simples e de baixo custo que, além de fácil transporte e instalação, permite sua inclusão na instalação fotovoltaica existente sem causar graves transtornos. Por outro lado, também se teve o cuidado, no momento de desenvolver o equipamento, de simplificar sua construção de forma a possibilitar um número maior de sistemas monitorados, ampliando dessa forma o universo da pesquisa.

No que se refere à participação do usuário, no momento da instalação lhe foi entregue planilhas apropriadas para o preenchimento diário dos dados indicados no contador. Exemplos dessas planilhas são mostradas no Anexo I.

Os dados numéricos registrados pelo usuário foram recolhidos periodicamente através de visitas a cada residência. Estas visitas pessoais permitiram aprofundar-se no conhecimento da realidade familiar, suas necessidades e aspirações energéticas. Cabe salientar que a pesquisa se realizou em comunidades rurais isoladas, algumas delas dispersas.

CAPÍTULO II

DEMANDA ENERGÉTICA E SUA RELAÇÃO COM O DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS

2.1 Introdução

Até os dias de hoje, não existem dados sistemáticos do consumo da energia elétrica fornecida pelos *Solar Home System's* (SHS's) instalados nas comunidades rurais dos países em desenvolvimento. Dado que as implicações do consumo são múltiplas, se considerarmos somente a problemática relacionada com o dimensionamento, estas medições permitiriam dimensionar de maneira mais racional e eficiente esses sistemas. Desde o ponto de vista do dimensionamento essa carência obriga ao projetista a estimar o tempo de uso das cargas de acordo com seu ponto de vista, assim, esta suposição muitas vezes resulta demasiado subjetiva. Devemos levar em conta também que geralmente não são considerados os aspectos sócioeconômicos e culturais das famílias e isto conduz a que, geralmente, todas as residências disponham do mesmo sistema. Como consequência disso, algumas famílias terão seus sistemas sobredimensionados e outras subdimensionados. Em ambos casos haverá problemas que se manifestarão de diversas formas.

2.2. Conseqüências derivadas do dimensionamento

A adoção de qualquer metodologia para o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, aliado às diversas formas de introdução, gestão e administração da tecnologia, terá reflexos negativos ou positivos imediatamente ou ao longo do tempo. Como forma de mostrar essa problemática, a seguir analisaremos alguns desses aspectos e veremos também alguns exemplos relacionados.

2.2.1. *Efeitos do desconhecimento da demanda energética no meio rural*

O dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos precisará do estabelecimento de padrões de consumo que possibilitem sua realização. Sendo que a estimativa do tempo de uso das cargas tem uma componente com alto grau de subjetividade, pode acontecer que os resultados do projeto não sejam satisfatórios. Uma das principais razões para estes fracassos está relacionada com o fato de maximizar ou minimizar o consumo e, por causa disso, haverá efeitos imediatos nos aspectos descritos a seguir:

2.2.1.1. *Com relação aos aspectos técnicos*

A maximização ou minimização da demanda energética poderá conduzir ao cálculo de sistemas fotovoltaicos sobredimensionados ou subdimensionados. Existe uma grande dependência entre a estimativa do consumo, a eleição do tamanho do gerador fotovoltaico e a fixação da capacidade do sistema de acumulação de energia. Por sua vez, o tamanho dos componentes adicionais do sistema guarda relação com a máxima corrente que atravessará pelo circuito, portanto, todos eles devem ser capazes de suportar a máxima demanda exigida ao sistema. Em outras palavras, desse dimensionamento dependerão também o tamanho do regulador de carga e dos acessórios e elementos de fixação, além do diâmetro da fiação e a capacidade dos inversores empregados.

Por outro lado, “*o dimensionamento das baterias de chumbo ácido está baseado em alguns parâmetros externos como a radiação solar e a demanda, e nas características da própria*

bateria tais como sua capacidade de carga e eficiência, profundidade de descarga, tensão de operação, e os efeitos de envelhecimento. A variação de qualquer um destes parâmetros resultará na variação do tamanho da bateria e, conseqüentemente do tamanho do gerador fotovoltaico” [Armenta-Deu C. 1998], além disso, “em qualquer sistema fotovoltaico é impossível separar os requerimentos tanto para o dimensionamento do gerador como da bateria, ambos são necessariamente dependentes entre si”. Com relação à influência do consumo sobre o dimensionamento, tudo isso significa que a demanda estimada fará com que o sistema seja maior ou menor e, portanto, os custos estarão de acordo com essa estimativa.

Adicionalmente, estes aspectos técnicos ficarão acentuados se considerarmos também os efeitos da compatibilidade entre a energia produzida, a energia armazenada e a energia efetivamente utilizada que dependerá do comportamento da demanda. Assim por exemplo, um gerador demasiado grande e um sistema de acumulação muito pequeno fará com que as baterias trabalhem sempre a plena carga, isto porque a recuperação de energia será muito rápida. Caso os equipamentos de usos finais sejam poucos e não exijam grande demanda de energia, a carga das baterias permanecerá no limite da sobrecarga. Se contrariamente essas cargas são muitas, exigindo portanto muita energia, a bateria ficará descarregada rapidamente e o sistema entrará na zona de corte do fornecimento. Também, se o sistema de geração é muito pequeno com relação ao sistema de acumulação, haverá dificuldades na recuperação da carga das baterias, sendo que a rapidez dessa descarga está vinculada à demanda energética exigida. De todas estas considerações, se percebe que deve existir certa compatibilidade entre gerador, acumulador e cargas, entretanto, esta compatibilidade depende em grande medida do padrão de consumo adotado.

2.2.1.2. *Com relação aos aspectos econômicos e financeiros*

As decisões derivadas da eleição de um determinado sistema estarão refletidas nos custos dos mesmos. Obviamente, um sistema maior ou menor será também mais caro ou mais barato. Adicionalmente, temos que considerar também os custos do transporte e de instalação que, por sua vez, estão relacionados com o tamanho dos sistemas. Sobre este

fato, deve-se ter presente que muitas das moradias ou locais onde se pretende implantar a geração fotovoltaica, estão localizados em zonas de difícil acesso, onde os meios de transporte terrestre motorizados são inviáveis e tem-se que utilizar até a força humana para transportar os equipamentos.

Outro aspecto importante está relacionado com os custos originados pela troca periódica das baterias. Como se sabe, o tempo de vida útil de um gerador fotovoltaico, fabricado com altos padrões de qualidade, é superior aos 20 anos. Em contrapartida, devido às limitações tecnológicas a que estão sujeitas as baterias, seu tempo de vida é relativamente curto, o que exige sua periódica reposição. Além disso, a vida útil deste sistema de acumulação guarda relação, em primeiro lugar, com seu desempenho técnico, o qual está sujeito ao comportamento da demanda energética e, em segundo lugar, aos cuidados por parte do usuário. É necessário enfatizar que o desempenho das baterias tem muito a ver com seu tamanho além da efetividade do equipamento de controle de carga, os quais estarão refletidos nos custos.

Todos estes aspectos econômico-financeiros, derivados das decisões feitas durante o dimensionamento, terão suas conseqüências na implantação dos sistemas como um todo. Isto porque é de vital importância considerar que, na atualidade, a principal barreira da introdução da tecnologia fotovoltaica é o investimento inicial, portanto, as conseqüências do dimensionamento se deixarão sentir ao longo de todas as etapas do processo de implantação. O correto dimensionamento e o estabelecimento de sistemas diversificados, de acordo às necessidades reais dos usuários, certamente levará a uma ótima difusão da tecnologia fotovoltaica, a sua correta adoção e à sustentabilidade dos sistemas.

2.2.1.3. *Com relação aos aspectos socioculturais*

O ótimo ou deficiente dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos terá conseqüências no grau de satisfação e confiabilidade dos usuários, nos efeitos de difusão e adoção tecnológica e, o que é mais importante, na credibilidade dessa tecnologia. Aliado ao desconhecimento do comportamento da demanda energética no meio rural, o

dimensionamento feito totalmente em escritório, sem levar em conta a realidade, o entorno e as necessidades dos usuários, pode conduzir ao fracasso da implantação dessa tecnologia. Como consequência dessas constatações, antes de iniciar a etapa do dimensionamento dos sistemas, é de suma importância estabelecer um diagnóstico completo das famílias onde se pretende realizar o projeto. De forma geral, este diagnóstico deve incluir a totalidade dos aspectos econômicos, sociais e culturais da comunidade.

De maneira mais ampla, os efeitos dos erros ou acertos derivados do dimensionamento estarão refletidos na introdução da tecnologia fotovoltaica na eletrificação rural. Um bom dimensionamento, junto à escolha de equipamentos de boa qualidade, levará ao correto funcionamento das cargas mesmo nos dias de pouca irradiação solar. As baterias funcionarão da maneira certa sem alcançar os pontos críticos que poderiam danificá-la, chegando ao limite de sua vida útil de acordo com as especificações de dimensionamento. Por outro lado, a frequência da troca das mesmas estará de acordo com os parâmetros preestabelecidos e dentro do previsto, não originando gastos adicionais aos usuários, muitos dos quais de baixa renda. A soma de todos esses fatores ocasionará a satisfação das pessoas, ajudando na difusão da tecnologia.

Em contrapartida, o dimensionamento errado trará consequências muito negativas e difíceis de serem revertidas, além de trazer um grande desprestígio da eletrificação fotovoltaica, isto porque o único indicador com que contam os usuários para avaliar a tecnologia, objetivamente, é o funcionamento ou não funcionamento de seus equipamentos. Uma vez feita esta avaliação, o natural processo psicológico e mental dos usuários determinará se a tecnologia a ser adotada é confiável ou não. Caso não confie nela será muito difícil convencê-lo do contrário.

Todas estas considerações nos levam a refletir sobre a necessidade de conhecer previamente o meio onde a tecnologia fotovoltaica vai atuar. O conhecimento desse meio implica a adoção de metodologias apropriadas que permitam a correta avaliação da problemática local e da realidade circundante. Essa metodologia deve ser capaz de proporcionar informações fidedignas e corretas do entorno familiar e suas relações com a

sociedade da qual fazem parte. O conhecimento social e cultural das famílias, aliado ao dimensionamento adequado, com certeza ajudará na eficaz introdução da tecnologia fotovoltaica na eletrificação rural.

2.2.2. Exemplos das conseqüências do dimensionamento

A não existência de cenários apropriados da demanda energética no meio rural, que permitam definir em Wh/dia o consumo familiar, faz que o dimensionamento baseado na estimativa dessa demanda leve à implantação de sistemas sobredimensionados ou subdimensionados. Tanto em um como em outro caso, as chances do fracasso dos projetos são muito grandes.

Além dos efeitos derivados do desconhecimento do comportamento da demanda no meio rural, a não inclusão da totalidade das variáveis envolvidas (técnicas, econômicas, sociológicas ou culturais) no momento da elaboração dos projetos, poderá levar a que se cometam erros com gravíssimas conseqüências. A literatura existente reporta muitos exemplos que ilustram essas conseqüências, adicionalmente, o trabalho de campo permite identificar alguns fatos de cujo aprendizado se pode tirar muitas conclusões. Com o intuito de reforçar nossos argumentos, a seguir serão comentados alguns desses casos.

2.2.2.1. Caso das zonas remotas da Líbia

O objetivo deste projeto foi a substituição de fontes de energia muito dispendiosas e difíceis de manter ao longo do tempo (geradores Diesel para iluminação e sistemas de bombeamento). Esta forma de geração era utilizada em algumas localidades em áreas remotas da Líbia [Mousa M.A. et al., 1998]. Dadas as condições favoráveis apresentadas nessas áreas (irradiação solar média de 8 kWh/m²/dia), se decidiu pela geração com sistemas fotovoltaicos. Para efeitos da implantação dessa tecnologia, foi escolhido o vilarejo de Beer El-Merhan, localizado a 280 km ao sudoeste de Trípoli. A população dessa localidade está composta por aproximadamente 250 habitantes, onde alguns moram em

cabanas e outros em tendas, contando ademais com serviços públicos de apoio. As atividades principais desta população estão relacionadas com o pastoreio. O projeto também contemplava a eletrificação de alguns locais públicos (escola, residência do professor, posto de saúde e outros). Com relação às moradias, apesar de ter acontecido o diálogo com os moradores para conhecer seus requerimentos energéticos e tipos de equipamentos de usos finais desejados, no entanto, “a estimativa de cargas para esta vila foi avaliada em detalhes, dentro dos limites do plano nacional de fornecimento de energia elétrica para áreas remotas usando a conversão direta de energia solar” [Mousa M.A. et al., 1998]. Resultante disso, o dimensionamento foi elaborado com base nas horas de utilização de cada carga pressuposta pelo projetista. Nas tabelas 2.1.e 2.2. se encontram relacionadas essas estimativas e na tabela 2.3. os equipamentos resultantes e os custos envolvidos.

Tabela 2.1. Características das cargas estimadas para as tendas.

| Aplicação | Nº de unidades | Potência por unidade (W) | Operação diária (h/d) | Potência total (W) | Consumo de energia (kWh/dia) | Consumo de energia (kWh/mês) |
|---------------------|----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Iluminação | 3 | 20 | 7 | 60 | 0,42 | 12,8 |
| TV P&B | 1 | 100 | 6 | 100 | 0,60 | 18,3 |
| Pequenas aplicações | 1 | 80 | 6 | 80 | 0,48 | 14,6 |
| Total | | | | 240 | 1,50 | 45,7 |

Número de tendas: 35

Tabela 2.2. Características das cargas estimadas para as cabanas.

| Aplicação | Nº de unidades | Potência por unidade (W) | Operação diária (h/d) | Potência total (W) | Consumo de energia (kWh/dia) | Consumo de energia (kWh/mês) |
|---------------------|----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Iluminação | 4 | 20 | 7 | 80 | 0,56 | 17,0 |
| TV P&B | 1 | 100 | 6 | 100 | 0,60 | 18,3 |
| Geladeira | 1 | 150 | 12 | 150 | 1,80 | 54,8 |
| Pequenas aplicações | 1 | 108 | 5 | 108 | 0,54 | 16,4 |
| Total | | | | 438 | 3,50 | 106,5 |

Número de cabanas: 15

Tabela 2.3. Tamanho e custos unitários dos sistemas fotovoltaicos.

| Tipo de carga | Potência dos módulos (Wp) | Tamanho da bateria (kWh) | Inversor (VA) | controlador de carga | Tensão DC (V) | Tensão AC (V, 50Hz) | Custo de cada sistema US\$ |
|---------------|---------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------------|----------------------------|
| Tendas | 480 | 6,72 | 400 | 15A/24V | 24 | 230 | 7.242 |
| Cabanas | 1120 | 16,80 | 400 | 30A/24V | 24 | 230 | 12.701 |

A análise dos dados contidos nessas tabelas permite observar que o projetista superestimou o uso diário das cargas, principalmente da iluminação, obtendo um alto consumo energético e, por tal motivo, o gerador, as baterias, o controlador de carga e o inversor resultaram também sobredimensionados. Além disso, pode-se observar que os geradores propostos estão excessivamente superestimados se considerarmos a demanda e os níveis de irradiação da localidade, 8 kWh/m²/dia.

A principal consequência desta estimativa está relacionada com os custos muito altos dos sistemas. Por outro lado, é possível observar que o projetista considerou que todas as moradias possuem o mesmo tipo de sistema, não levando em conta as variáveis sociológicas e culturais envolvidas, supondo que a demanda energética seja igual para todos os casos. Finalmente, segundo os autores, apesar dos sistemas terem funcionado satisfatoriamente, o custo do investimento foi muito alto e, mesmo assim, a geração fotovoltaica resultou mais viável que a opção através de geradores Diesel.

2.2.2.2. O caso da Central Solar Rondulinu-Paomia (Ilha da Córsega) – França

O caso da instalação fotovoltaica de Paomia é um exemplo que mostra as consequências derivadas das decisões tomadas durante a elaboração dos projetos. Estas decisões deram ênfase somente aos aspectos técnicos e econômicos e não levaram em conta as variáveis sociológicas e culturais nos projetos. Esta instalação, de 44 kWp, foi construída em 1983 por um custo de US\$ 760.000 (40% subsidiada pela Comunidade Econômica Européia) e substituída pela rede elétrica em 1991 a um custo de US\$ 70.000 financiados pelo Sindicato de Eletrificação Rural [Souza Moreira & Peri, 1993]. Em outras palavras, os habitantes do vilarejo preferiram optar pelo abandono da geração fotovoltaica em favor da geração elétrica produzida por meio de uma usina térmica convencional.

A principal idéia no início do projeto era a fixação da população rural. A instalação de 44 kWp foi projetada para fornecer energia para 23 moradias, um ponto turístico, uma pequena agroindústria e iluminação pública. O custo anual previsto para cada habitante foi de US\$ 125 por usuário. Tomadas as decisões, posteriormente se comprovou que na época apenas 15 residências existiam no local, destas, somente duas eram habitadas todo o ano e o resto eram moradias de veraneio, no entanto, os pontos de iluminação pública foram instalados. Por outro lado, a agroindústria e o ponto turístico eram previsões do projeto.

Como consequência disso, a instalação foi subutilizada, o retorno do investimento previsto ficou longe de ser alcançado e, em termos técnicos, a infrautilização dos equipamentos causou danos a alguns sistemas de controle. Além disso, o sistema de complementação elétrica (grupo gerador) nunca foi utilizado. O baixo consumo provocou alguns efeitos negativos na totalidade do sistema e, em particular, no sistema inversor-transformador. Foi constatado um consumo constante de 1,3 kW no próprio transformador. As perdas de energia foram enormes, dada a não utilização de grande parte da corrente recebida dos módulos fotovoltaicos. Por outro lado, com estes baixos consumos as baterias ficaram submetidas a plena carga em forma constante. Na tabela 2.4. estão resumidos os dados de consumo estimados no projeto e os efetivamente utilizados.

Tabela 2.4. Consumo estimado e efetivo da instalação fotovoltaica de Paomia.

| Consumos | Primavera | Verão | Outono | Inverno |
|------------------------|-----------|-------|--------|---------|
| Consumo Estimado (kWh) | 69,3 | 116,6 | 64,5 | 64,5 |
| Consumo efetivo (kWh) | 5,5 | 14,4 | 12,3 | 11,3 |
| Participação real (%) | 8 | 12 | 19 | 17 |

Fonte: Souza Moreira & Peri G. (1993)

Dentro das muitas causas que explicam o comportamento dessa demanda, foi constatado que por razões culturais, algumas famílias não desejaram a iluminação elétrica, além disso, certos proprietários recusaram a eletrificação simplesmente porque suas residências eram utilizadas somente nas férias ou durante os fins de semana [Souza Moreira & Peri G., 1990]. Assim sendo, o impacto social foi grande, dada a enorme distância entre o projeto

decidido nos escritórios e seu uso final. De outro lado, apesar de possuir as mesmas características de uma residência urbana, o uso de aparelhos eletrodomésticos foi restrito, assim, a chegada de eletricidade fornecida por um gerador térmico convencional significou a liberação do desejo social reprimido da maioria dos moradores.

Em resumo, “*a experiência de Paomia traduz a importância que deve ser aportada aos projetos e programas das fontes renováveis, como a de estimarmos com melhor precisão as necessidades reais de cada usuário e não apenas fazermos adaptações e reproduções simples baseadas em hipóteses pessoais, sem verificarmos o aspecto endógeno de sua aplicação*” [Souza Moreira & Peri, 1993]. Neste caso, a consequência mais grave foi o descrédito da tecnologia fotovoltaica porque os projetistas não levaram em conta as necessidades reais dos usuários.

2.2.2.3. O caso do Projeto ECOWATT – Ilha do Cardoso

Outro exemplo que traz a tona a problemática relacionada com a elaboração de projetos sem levar em conta as necessidades reais dos usuários e, sem preocupar-se pelo conhecimento da realidade local para garantir a sustentabilidade do mesmo, são as instalações fotovoltaicas feitas em algumas comunidades da Ilha do Cardoso, pertencentes ao Município de Cananéia, no Estado de São Paulo.

A eletrificação utilizando sistemas fotovoltaicos foi decidida pela Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP) em 1997, levando em conta a peculiar situação dos moradores dessa ilha, sujeitos às restrições da legislação ambiental, a qual proíbe o uso de equipamentos que possam causar danos ao ecossistema. A preocupação da CESP estava dirigida a fornecer energia elétrica a todos os domicílios do Estado, mesmo os localizadas na zona rural. Foi assim que se criou o programa de ligações de consumidores de baixa renda utilizando-se de energia solar fotovoltaica. Este programa foi denominado ECOWATT e “*demonstrou pela primeira vez no país a viabilidade do uso de critérios comerciais para energias alternativas*” [Almeida Prado & Pereira, 1998] (ver também itens 4.3. e 4.4.4.).

Antes de tomar essa decisão, realizou-se estudos que determinavam a baixa renda da população local, que segundo a CESP, se traduziam em baixa demanda energética que não justificavam elevados investimentos para suprir a região com linhas elétricas tradicionais.

Posteriormente, houve um processo de licitação conduzido pela Companhia que *“privilegiou o estabelecimento de usos finais, sendo de cada proponente a definição do arranjo dos equipamentos a serem fornecidos”* [Almeida Prado & Pereira, 1998].

Além disso, *“considerando a característica sócioeconômica da população local, a CESP considerou necessária a confecção de um manual do equipamento redigido em linguagem acessível. Além desse manual também foram oferecidas palestras em condições didáticas à população”* [Almeida Prado & Pereira, 1998].

Como pode ser visto, a CESP tomou todas as providências necessárias, no entanto, os problemas apresentados posteriormente guardam relação com:

- a) o tipo de sistema fotovoltaico escolhido (2 módulos de 70 Wp, 2 baterias seladas de 12V/54Ah e 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 9 W),
- b) a maneira como foram feitas as instalações que não levaram em conta o mínimo dos cuidados recomendados para esses casos,
- c) a qualidade da supervisão durante o processo de montagem e,
- d) a gestão dos sistemas após implantação.

Com relação a esses fatos, nas figuras 2.1. e 2.2. se mostram duas situações que ilustram o afirmado. Por um lado, na figura 2.1. se tem um sistema onde o instalador escolheu de forma errada a localização dos módulos fotovoltaicos. O sombreamento diminui a capacidade de geração do sistema, no entanto, devido ao gerador ser muito grande em relação ao sistema de acumulação, além do regulador de carga estar calibrado para cortar em 16 V, de maneira indireta este sombreamento atua como um sistema de proteção da bateria, já que reduz a energia gerada.



Figura 2.1. Instalação do programa ECOWATT com muito sombreamento.



Figura 2.2. Instalação de programa ECOWATT onde por meio de um pano se reduz a geração elétrica.

Por outro lado, a figura 2.2. ilustra um caso onde, por causa do regulador de carga permitir que o sistema atinja valores de tensão superiores a 16 V, durante o período nos quais há geração solar, o receptor da antena parabólica causa interferências nas imagens obtidas no televisor. O usuário ao perceber que o problema somente ocorria em dias de sol descobriu que, colocando um pano sobre o gerador, é possível conseguir a diminuição e até a eliminação dessas interferências, obviamente, porque o pano faz diminuir o nível de tensão da geração.

Os exemplos desse tipo são múltiplos. Para piorar a situação, como as cargas permitidas pelo contrato são somente 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 9 W¹, existe um grande desperdício da energia gerada e os moradores são obrigados a utilizar velas, lamparinas e pequenos geradores a gasolina para poderem suprir suas necessidades energéticas. Tampouco podem realizar pequenas tarefas de manutenção nas baterias, dado que estão dispostas dentro de uma caixa lacrada. Apesar de todas essas condições adversas, o recibo da CESP, cobrando a tarifa mensal de R\$ 13,50, chega de forma pontual. Cabe mencionar que a manutenção dos sistemas ficou por conta e responsabilidade da CESP, no entanto,

¹ Alguns moradores aumentaram as cargas sem autorização da CESP.

este aspecto ficou abandonado. O resultado final desse conjunto de fatores foi o descrédito total da tecnologia fotovoltaica nessa zona.

A situação teria sido diferente se, desde a etapa do dimensionamento, os projetistas tivessem considerado as necessidades reais dos moradores. Cabe mencionar que, principalmente na comunidade de Marujá, existe uma ótima organização local e pessoas com alto grau de receptividade às inovações que poderiam ter sido envolvidas para garantir a sustentabilidade desse projeto.

2.3. Antecedentes de medição do consumo

A carência de estudos voltados ao entendimento da demanda energética nas residências rurais eletrificadas por meio de sistemas fotovoltaicos, principalmente nos países em desenvolvimento, obriga o desenvolvimento de estudos sistemáticos que tentem explicá-lo. Nesse sentido, em alguns países tem-se realizado algumas experiências que oferecem informações relacionadas com o comportamento da demanda energética no meio rural. Algumas dessas medições não precisamente visavam pesquisar o consumo, mas sim monitorar o comportamento dos sistemas fotovoltaicos.

De forma geral, os resultados dessas medições proporcionam indícios que nos permitem observar que o consumo difere de uma família para outra e, além disso, essas diferenças não estão relacionadas somente com fatores puramente econômicos, senão que também envolvem variáveis sociológicas e culturais. Nesse sentido, a informação fotográfica que ilustra os exemplos comentados, tenta mostrar as relações entre o homem e seu meio ambiente e como isso poderá refletir-se no emprego da energia. A seguir serão comentados alguns resultados dessas experiências:

2.3.1. A experiência espanhola

Entre dezembro de 1984 e dezembro de 1985, o Instituto de Energia Solar da Universidade Politécnica de Madri realizou a medição de consumo em 19 instalações fotovoltaicas (9

utilizando sistemas de aquisição de dados e 10 utilizando medidores de Ampères-horas). Estas instalações estavam localizadas no vilarejo denominado *La Fuente de la Higuera*, o qual foi considerado em um projeto de eletrificação rural na chamada *Sierra de Segura* na Espanha [Krenzinger & Montero, 1986], [Eyras & Lorenzo, 1991]. Os sistemas trabalhavam tipicamente a 12 V e em corrente contínua e estavam constituídos por geradores fotovoltaicos entre 40 e 120 Wp, um regulador de carga e uma bateria estacionária de 200 a 300 Ah. Esses sistemas foram destinados fundamentalmente para o abastecimento da demanda por iluminação mediante tubos fluorescentes, do rádio e uso de um televisor preto e branco.

A partir desta experiência concluiu-se que existe uma estreita relação entre níveis de consumo e as características sociológicas das famílias. Os parâmetros fundamentais nesta constatação foram a idade e a quantidade de pessoas que constituem cada uma delas. Posteriormente, com o objetivo de otimizar o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, foi proposto um cenário energético que tomava em conta essa variável. Assim, foram tipificadas três categorias de famílias com consumos diários diferentes. Estes grupos foram:

- ***Famílias grandes.*** Nesta categoria estão consideradas as famílias formadas por um casal de adultos com filhos casados ou solteiros com idades entre 20 e 35 anos, desde que vivendo na mesma casa. Também fazem parte desta categoria as famílias formadas por casais jovens com filhos e outro adulto, todos vivendo na mesma residência.
- ***Famílias intermediárias.*** São aquelas famílias compostas por casais adultos com filhos solteiros com mais de 35 anos ou casais jovens sem filhos.
- ***Famílias reduzidas.*** São constituídas por casais adultos sem filhos ou por solteiros com mais de 35 anos.

Na tabela 2.5. estão relacionados os consumos desses grupos familiares. Considerando a tensão de $12V_{CC}$ do sistema, se calculou o consumo em Ah/dia. Também foi feita a projeção em kWh/mês.

Tabela 2.5. Grupos familiares e consumos identificados na experiência espanhola.

| CLASSIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS | CONSUMOS | | |
|-------------------------------|----------|--------|--------|
| | kWh/mês | Wh/dia | Ah/dia |
| Famílias grandes | 6,9 | 230 | 19,2 |
| Famílias intermediárias | 4,8 | 160 | 13,3 |
| Famílias reduzidas | 3,6 | 120 | 10,0 |

Esta experiência ajudou a estabelecer padrões que foram utilizados no dimensionamento e instalação de 79 novos sistemas, estes com geradores fotovoltaicos entre 200 e 400 Wp. A estes novos sistemas foram adicionados inversores DC/AC que permitiram a utilização de eletrodomésticos de uso comum facilmente encontrados no mercado. O caráter inovador dessas instalações que incluía o fornecimento em CC e CA utilizando configurações centralizadas e descentralizadas, possibilitou que a disponibilidade de energia elétrica dessas residências rurais fosse comparada às residências eletrificadas convencionalmente [Eyras & Lorenzo, 1993], [Eyras J.R., 1997]. Este projeto ajudou a comprovar que o cenário de consumo proposto era válido e podia ser utilizado como ferramenta para o dimensionamento dos sistemas. Além disso, foi possível o estabelecimento de instalações padronizadas considerando esses três tipos de famílias. Por outro lado, em 1990, o cenário de consumo proposto também foi utilizado para dimensionar 575 sistemas fotovoltaicos do Programa Valorem² [Lorenzo E., 1997].

Com relação a esta experiência, Ferreira de Oliveira (1997) utilizou estes mesmos grupos familiares visando propor uma metodologia de dimensionamento que se adapte melhor às necessidades das famílias rurais do Estado de São Paulo. No momento de implementar essa metodologia enfrentou o fato concreto da não existência, no país, de informações sobre

² Valorem é um programa de eletrificação rural utilizando sistemas fotovoltaicos auspiciado pela Comunidade Económica Européia. Através deste programa na Espanha foram executados 61 projetos [Eyras J.R., 1997].

consumos. Para efeitos de realizar simulações com sua metodologia teve que estimar consumos diários de 360, 225 e 144 Wh/dia para as famílias grandes, intermediárias e reduzidas respectivamente, de algumas localidades do Estado de São Paulo.

Cabe salientar que as medições feitas na Espanha foram realizadas em zonas rurais que, comparativamente às comunidades rurais dos países em desenvolvimento, teriam alto consumo energético por usufruírem de maiores ingressos econômicos. Esta vantagem lhes permitiria utilizar, além da iluminação, televisão colorida e outros eletrodomésticos comuns ao meio urbano.

Por outro lado, sabe-se que nos países em desenvolvimento, a energia elétrica fornecida pelos sistemas fotovoltaicos está inicialmente dirigida aos usos derivados da iluminação e, em segundo lugar, vem a televisão P/B e o rádio [Foley G., 1995]. Se além disso forem consideradas as enormes diferenças sociais, econômicas e culturais existentes entre os habitantes rurais da Espanha e os habitantes das comunidades rurais dos países em desenvolvimento, fica o trabalho de verificar se o cenário proposto para a realidade rural espanhola poderia ser válido também para estes países. Além disso, fundamentalmente se faz necessário comprovar se somente a composição familiar (em especial a idade e o número de pessoas) influi no consumo energético das famílias rurais desses países, como foi no caso da Espanha.

2.3.2. A experiência na região norte do Chile

Esta experiência de medição foi realizada pelo Centro de Energias Renováveis da Universidade de Tarapacá da cidade de Arica no Chile. Os locais onde se fez o acompanhamento faziam parte de um projeto piloto cujo objetivo era disseminar a tecnologia fotovoltaica em domicílios localizados a grande altitude [Sapiaín R. et al., 1998]. A comunidade escolhida pertence ao Distrito General Lagos, no altiplano chileno, perto da fronteira com a Bolívia e o Perú.

Nessa região andina a temperatura média é de 8 °C, com um mínimo de -20 °C e um máximo de +25 °C. A altitude flutua por volta dos 4000 metros sobre o nível do mar e, por

causa disso, o ar é muito rarefeito, já que a densidade do oxigênio é muito baixa ($0,78 \text{ kg/m}^3$). No entanto, a média de irradiação solar é de $6,86 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$. Por causa dessas peculiares características do clima, os equipamentos fotovoltaicos estão submetidos a condições extremas. Por outro lado, a população nativa faz parte da etnia *aymara*, os quais se adaptaram às condições desse meio ambiente especial, aproveitando os recursos que a natureza lhes oferece, assim por exemplo, suas moradias são construídas com paredes de adobe e teto de palha de *icho*³. Detalhes dessas podem ser vistos nas figuras 2.3. e 2.4.



Figura 2.3. Típica moradia do altiplano andino [Foto de Michel Livet. Boliviabiz].



Figura 2.4. Moradia e sistema fotovoltaico no altiplano andino.

³ O *Icho* é uma gramínea que cresce nas regiões altas dos Andes. Dentro de seus múltiplos usos, é aproveitada como alimento dos animais nativos (lhamas, alpacas, vicunhas etc.), também como combustível e, principalmente, para construir as coberturas e tetos das moradias rurais.

A medição da demanda de energia foi realizada em três moradias que dispunham, cada uma, de um módulo fotovoltaico de 40 Wp, uma bateria automotiva de 12V/60Ah e cargas compostas por três lâmpadas fluorescentes de 9 W, um rádio receptor de 6 W e um TV P&B de 15 W. O monitoramento foi feito durante mais de um ano e se utilizou equipamentos de aquisição de dados manuais e automáticos. Estas medições incluíam a temperatura externa e interna das moradias (as baterias estavam dentro das casas), a tensão da bateria, a corrente do gerador e a corrente de consumo. Na tabela 2.6. estão indicados os resultados dessas medições de consumo. Para fins de comparação tem-se projetado o consumo também em Wh/dia e em kWh/mês.

Tabela 2.6. Características das medições feitas na região norte do Chile.

| Sistema N° | Gerador e bateria Wp x Ah | Energia disponível Ah/dia | Demanda verificada | | |
|------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|--------|---------|
| | | | Wh/dia | Wh/dia | kWh/mês |
| 1 | 40 x 60 | 15,1 | 3,5 | 42,0 | 1,26 |
| 2 | 40 x 60 | 14,8 | 10,3 | 123,6 | 3,71 |
| 3 | 40 x 60 | 15,0 | 6,8 | 81,6 | 2,45 |

Como pode ser observado, apesar de possuírem os mesmos sistemas e cargas, os consumos diferem de uma residência a outra, isto possivelmente devido a razões de caráter sociológico e cultural (número de pessoas, idade, hábitos etc.). Podemos apreciar também o baixo consumo energético dessas famílias, o qual esteve por baixo da capacidade dos sistemas. Os usuários foram extremamente cuidadosos no uso da eletricidade e se mostraram conservadores em seu emprego. Também foi verificado que com o passar do tempo foi reduzido ao mínimo o uso da iluminação, fazendo o excesso de energia se dissipar no próprio controlador de carga. Por outro lado, devido ao baixo consumo, as baterias estiveram carregadas o tempo todo e não alcançaram níveis por baixo de 12 V, mesmo durante as horas de consumo.

Finalmente, de acordo aos autores, como fato interessante se constatou a influência do clima no desempenho dos equipamentos, assim, o intenso frio que chega até os -20°C causa problemas no desempenho das baterias e das lâmpadas fluorescentes. O clima também influi nos usos dos equipamentos por parte dos usuários.

2.3.3. Consumos verificados no Kenya

Entre dezembro de 1996 e fevereiro de 1997 foram visitadas 410 moradias eletrificadas com sistemas fotovoltaicos, no Kenya. Estas moradias estavam distribuídas em 6 distritos da província de Mount Kenya, 3 distritos da província de Rift Valley e 3 distritos da província de Western Kenya [Van der Plas & Hankins, 1999]. Para realizar as entrevistas, as moradias foram escolhidas aleatoriamente e sua localização se baseou nas informações fornecidas pelos distribuidores de equipamentos, pelos instaladores, pelos próprios usuários e pela empresa elétrica. Kenya é um dos países que contam com grande número de instalações fotovoltaicas, entre 50.000 e 70.000, a maior parte adquiridas pelos usuários através do sistema de comercialização privado.

Os resultados dessas entrevistas, entre outros dados, forneceram informações relacionadas com a identificação dos tipos de sistemas instalados, o grau de satisfação dos usuários, os problemas técnicos mais freqüentes, o desempenho das baterias, os custos dos equipamentos, os aspectos operacionais dos sistemas fotovoltaicos, os tipos de aparelhos e equipamentos de usos finais utilizados, alguns parâmetros sociológicos do uso da energia e a determinação dos níveis de consumo dos domicílios. Assim por exemplo, foi possível constatar que cerca de 65% dos sistemas utilizam geradores fotovoltaicos por baixo de 25 Wp e que, em geral, a típica configuração dos sistemas inclui um gerador de 12 Wp e baterias de 12 V e 75 Ah. Além disso, devido aos custos muito altos, somente 10% das instalações empregam controladores de carga.

Com relação à demanda energética, se verificou que a iluminação e o uso de televisores P&B consomem 75% da energia disponível nas moradias, sendo que os sistemas mais pequenos permitem utilizar a televisão por 2 ou 2½ horas, já os sistemas maiores 3 ou mais horas. O uso da iluminação aumenta de maneira considerável com o tamanho dos sistemas e, as pessoas ouvem rádio de maneira mais ou menos constante com 2 ou 3 horas de operação por dia. Na tabela 2.7. estão indicados os resultados dessa pesquisa e nas figuras 2.5 e 2.6. pode-se apreciar o aspecto das típicas moradias rurais dessa região.

Tabela 2.7. Consumo energético no Kenya por tipo de carga e tamanho do sistema.

| | 1 – 15 Wp | | | 16 – 25 Wp | | | 26 – 45 Wp | | | 46 – 200 Wp | | |
|--------------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| | Ah/dia | Wh/dia | kWh/mês | Ah/dia | Wh/dia | kWh/mês | Ah/dia | Wh/dia | kWh/mês | Ah/dia | Wh/dia | kWh/mês |
| Iluminação | 2,4 | 29 | 0,87 | 2,8 | 34 | 1,02 | 3,7 | 44 | 1,32 | 4,3 | 51 | 1,53 |
| Rádio | 1,8 | 22 | 0,66 | 2,2 | 26 | 0,78 | 2,3 | 28 | 0,84 | 2,1 | 25 | 0,75 |
| TV | 2,9 | 35 | 1,05 | 2,9 | 35 | 1,05 | 3,3 | 40 | 1,20 | 3,4 | 41 | 1,23 |
| Outros | 0,0 | 0 | 0,00 | 0,1 | 1 | 0,03 | 0,1 | 1 | 0,03 | 0,0 | 0 | 0,00 |
| <i>Total</i> | <i>7,1</i> | <i>86</i> | <i>2,58</i> | <i>8,0</i> | <i>95</i> | <i>2,88</i> | <i>9,4</i> | <i>113</i> | <i>3,39</i> | <i>9,8</i> | <i>118</i> | <i>3,51</i> |



Figura 2.5. Aspecto das moradias rurais do Kenya [Image ID: PT005738].



Figura 2.6. Família e moradia rural típica (shambas) do Kenya. [Foto do Kenya Web].

Estes dados nos permitem apreciar que o consumo nas moradias pesquisadas é muito variável, além disso a magnitude dessa demanda é muito baixa, na ordem de 3 kWh/mês e cresce segundo o tamanho dos sistemas. Por outro lado, dadas as condições da eletrificação rural no Kenya, mesmo com essas pequenas instalações fotovoltaicas, a pesquisa verificou que 60% das pessoas entrevistadas estavam satisfeitas. Chama muito a atenção o fato de que, embora a maioria dos sistemas fotovoltaicos empregados nesse país sejam pequenos, as pessoas conseguem satisfazer suas demandas energéticas principalmente de iluminação e televisão. Estas constatações nos levam a refletir que o comportamento da demanda no meio rural dos países em desenvolvimento tem características peculiares que deveriam ser estudadas com maior profundidade.

2.3.4. Comportamento da demanda energética em Abou-Sorra na Síria

Em março de 1994 entrou em funcionamento a planta de geração solar fotovoltaica da vila de Abou-Sorra, na Síria. A planta foi projetada e construída pelo *Higher Institute of Applied Science & Technology (HIAST)* desse país, tendo por objetivo o fornecimento de energia elétrica a 6 moradias dessa localidade [*Abed-El-Hadi Z. et al., 1998*]. O arranjo consiste de 72 módulos, cada um de 50 Wp, assim, a potência nominal da instalação é de 3,6 kWp, cobrindo uma área de 31,9 m². O arranjo está dividido em 5 subarranjos, sendo que um dos quais possui 24 módulos, dois têm 16 módulos cada e os dois últimos 8 módulos cada. Estes arranjos estão ligados a um dispositivo de acondicionamento de potência. Por outro lado, o sistema de acumulação tem 1.101Ah de capacidade com uma tensão nominal de 48 V_{CC}, sendo que o fornecimento de energia é feito em corrente alternada com uma tensão de 220 V- 50 Hz, onde para isto foi necessário o uso de 2 inversores, cada um de 1,2 kW. O fornecimento de energia das moradias é feito através de uma linha subterrânea com uma distância total de 700 metros.

A vila de Abou-Sorra fica a 35 km ao sul de Damasco e está composta por 12 moradias, relativamente dispersas, das quais 6 possuem sistemas fotovoltaicos individuais para iluminação (somente corrente contínua) e as outras 6 estão eletrificadas por meio da rede em corrente alternada da planta solar. Cada uma destas 6 últimas moradias estão equipadas

com 3 lâmpadas fluorescentes de 20 W, um televisor de 60 W e uma geladeira de 80 W e todas compartilham uma máquina de lavar roupa pequena.

A população total da vila está em torno de 120 pessoas que se dedicam principalmente ao pastoreio de ovelhas, possuindo aproximadamente 1.000 desses animais. Dependendo das condições do clima para que as ovelhas possam pastar e beber água por perto, durante 7 – 8 meses do ano as pessoas ficam na vila de forma permanente. O resto do ano, geralmente entre maio e setembro, são obrigados a trasladar-se para zonas distantes da vila à procura de melhores lugares que ofereçam água e pasto, ficando ausentes da vila.

Com relação aos energéticos utilizados, as famílias empregam o gás para cozinhar e o esterco das ovelhas para esquentar fornos de fazer pão. A renda média mensal de cada família é de aproximadamente 83 dólares⁴. Na figura 2.7. e 2.8. se pode observar o aspecto das típicas moradias rurais da Síria.



2.7. *Típica moradia rural da Síria e mulher transportando água.*
[Foto de Charles & Josette Lewars. Corbis Collection. Imagem ID:CJ005287]

⁴ As informações contidas no artigo de Abed-El-Hadi (1998) foram ampliadas, por solicitação nossa, através de um e-mail de 11-9-99 enviado por Khaled Masri, o qual também participou nessa pesquisa.



Figura 2.8. Família de beduínos da Síria.
[Foto de Charles & Josette Lewars. Corbis Collection. Imagem ID:CJ005299].

Com a finalidade de avaliar o desempenho desta planta fotovoltaica, o HIAST iniciou o monitoramento deste projeto a partir de março de 1996. Utilizando sistemas de aquisição de dados automáticos e medidores de kWh, conseguiu-se registrar dados desde abril desse ano até outubro de 1997. Esses dados estão relacionados com a irradiação solar, a temperatura, a umidade relativa, a tensão e corrente do arranjo fotovoltaico, o consumo de energia e a tensão das baterias.

Embora não tenham sido publicados os dados relacionados com o consumo individual das famílias, o comportamento da demanda foi muito variável durante os meses pesquisados. Com relação a isso, na comunicação recebida em setembro de 1999 se menciona que “o consumo de energia no verão depende do número de pessoas residindo na vila ao mesmo tempo”, desse modo, “o consumo de energia varia de uma casa para outra. Ao longo de 6 anos a energia consumida foi perto de 21.500 kWh, assim, a média de consumo diário foi de 1,6 kWh por moradia”. Em outras palavras, o consumo médio mensal de cada uma das famílias está em torno de 50 kWh.

A fim de se ter uma idéia do comportamento do consumo, no histograma mostrado na figura 2.9. se têm os valores da energia na saída do arranjo fotovoltaico. Apesar que esta energia não indica exatamente o consumo das cargas, no entanto, existe certa relação no sentido que o sistema de controle eletrônico somente permite que as baterias se carreguem quando sua capacidade ficou reduzida. Esta redução se deve à demanda da instalação.

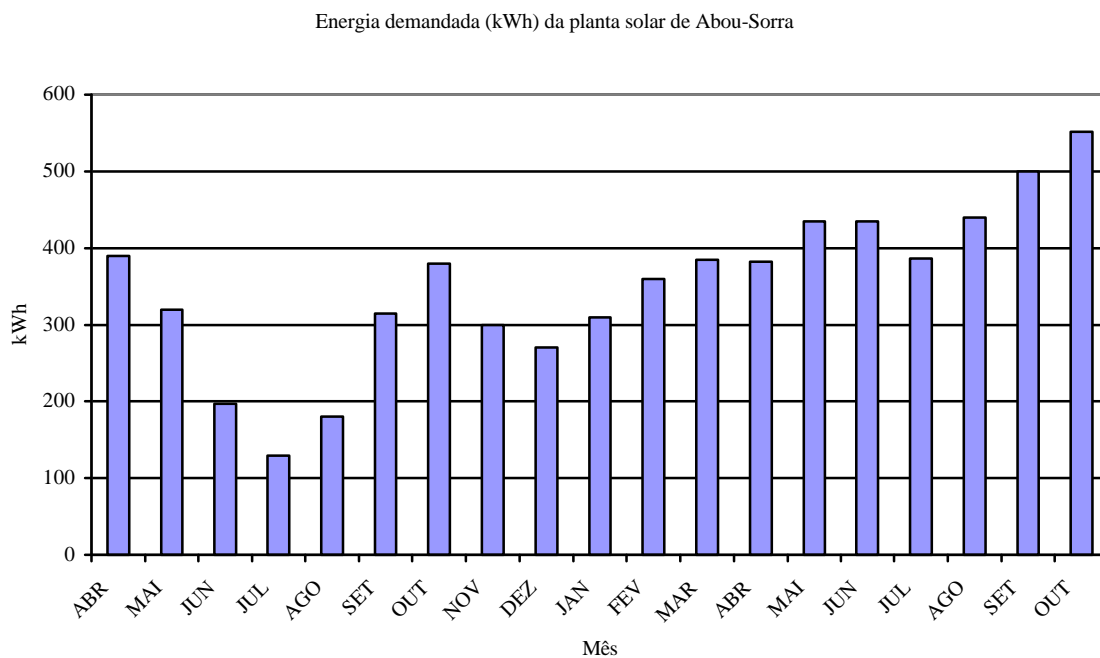


Figura 2.9. Histograma da energia demandada do gerador fotovoltaico da planta solar de Abou-Sorra. [Fonte: Abed-El-Hadi Z. et al., 1998]

A energia produzida variou desde 129 kWh, no mês de julho 96, até 552 kWh no mês de outubro 97. Pode-se observar que, no período de maio de 1996 até setembro desse mesmo ano, a energia fornecida diminui sensivelmente, isto porque muitos dos moradores migram a outras regiões à procura de melhores condições de sobrevivência. Cabe salientar que nesses meses as baterias estão totalmente carregadas e, portanto, o sistema automático de controle faz com que a energia fornecida pelos subarranjos fotovoltaicos seja também reduzida.

Vale salientar que os dados fornecidos não correspondem às medições individuais de cada família, o qual não era o objetivo da pesquisa, no entanto este caso nos oferece a

oportunidade de observar que o consumo energético no meio rural guarda muita relação com os hábitos pessoais, que por sua vez são o reflexo da cultura da comunidade. Podemos observar também a grande influência das atividades econômicas de sobrevivência no consumo energético. Por sua vez, estas atividades estão relacionadas com as variáveis dependentes do clima que, inclusive, obrigam a população a trasladar-se a outras regiões. Tudo isso se reflete no consumo e deve ser previsto pelos projetistas dos sistemas. Neste caso, houve a previsão de fazer com que o sistema de controle desligue os subarranjos fotovoltaicos quando detecta que as baterias estão a plena carga.

Em termos gerais, todos os casos apresentados abrem a discussão sobre o uso final da energia elétrica no meio rural, principalmente nos países em desenvolvimento, e a relação do comportamento da demanda com os aspectos sócioeconômicos e culturais das famílias. Estes exemplos permitem também encontrar alguns indícios que nos conduzem a pensar que a energia elétrica fornecida pelos SHS's no meio rural não é utilizada de forma igual e uniforme por todas as famílias, o que levaria a uma reformulação da metodologia empregada para o dimensionamento dos sistemas.

Os exemplos do Chile e do Kenya mostram que o consumo energético das moradias que dispõem de SHS's é muito baixo, portanto, caberia ampliar as pesquisas com a finalidade de identificar padrões de consumo mais reais que possam conduzir ao dimensionamento certo, visando obter o bom desempenho dos equipamentos e a plena satisfação por parte dos usuários. Por outro lado, o caso da Síria nos oferece indícios que nos levam a acreditar que o comportamento da demanda energética no meio rural guarda relação com as atividades econômicas das pessoas, com as variações climáticas, hábitos pessoais etc.

Finalmente, a informação fotográfica apresentada nos permite observar que a realidade do meio rural dos países em desenvolvimento é pouco conhecida. Existe uma grande diversidade de povos e raças todas adaptadas a seu particular meio ambiente. Sendo que os hábitos, os costumes e, em geral, o comportamento de cada uma dessas pessoas guarda relação com sua cultura, fica a complexa tarefa de estudar suas particulares respostas perante a energia e, especificamente, perante a eletrificação com tecnologia fotovoltaica.

CAPÍTULO III

DESCRIÇÃO DO MEDIDOR DE AMPÈRE-HORA DESENVOLVIDO

3.1. Introdução

A carência de estudos sobre a demanda energética das populações rurais que recentemente passaram a usufruir da eletricidade gerada através de sistemas fotovoltaicos, se deve em grande parte à não disponibilidade de equipamentos simples e de baixo custo que meçam a energia consumida nas instalações de corrente contínua. Como consequência dessa falta, no planejamento das instalações fotovoltaicas geralmente não se leva em conta a instalação desses equipamentos. No entanto, alguns projetos sim consideram o estabelecimento de algum tipo de monitoramento dos SHS's, mas devido a essa carência utilizam equipamentos sofisticados como são os sistemas de aquisição de dados automáticos (*data*

logger's) que, por serem caros, limitam a ampliação da pesquisa. Estudos mais amplos com instrumentos mais baratos e fáceis de instalar, ajudariam a estabelecer cenários para o dimensionamento dos futuros projetos de eletrificação rural fotovoltaica.

Diante dessa problemática de determinação do consumo, optamos por desenvolver um circuito eletrônico capaz de registrar o consumo em ampères-horas (Ah) nos SHS's instalados nas comunidades rurais, isto é, em sistemas funcionando com corrente contínua. Assim, a seguir se faz uma breve descrição dos antecedentes e variáveis envolvidas neste tipo de medição e são explicadas as características técnicas e de funcionamento do medidor de Ah desenvolvido.

3.2. Medição da energia em sistemas com corrente contínua

3.2.1. Principais características de um circuito elétrico

Um típico circuito elétrico de corrente contínua, tal como se mostra na figura 3.1., consta de um gerador (V), uma linha de transmissão e uma carga, na figura representada pelo resistor (R) conformada por lâmpadas, rádio, TV etc. A passagem da corrente elétrica (I) através dessas cargas permitirá o uso final da energia por meio do oferecimento de serviços de iluminação, refrigeração, comunicação etc.

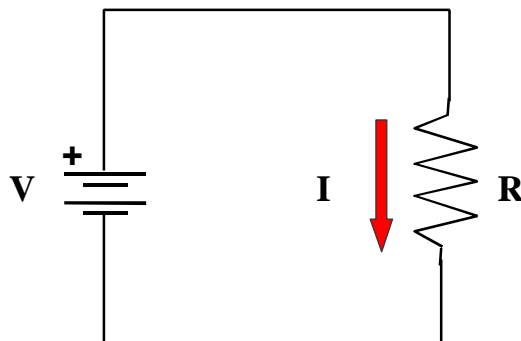


Figura 3.1. Típico circuito elétrico de corrente contínua.

Em termos gerais, caso o gerador entregue energia de forma constante, isto é, invariável com o tempo como é o caso de uma bateria, o circuito se diz que é de corrente contínua. Porém, se o gerador gera energia variável com o tempo (onda senoidal ou trapezoidal, por exemplo) o circuito se diz que é de corrente alternada. Em ambos casos se tem três variáveis elétricas fundamentais: a corrente cuja unidade é o ampère (A), a tensão cuja unidade é o volt (V) e a resistência cuja unidade é o ohm (Ω). O comportamento destas variáveis é diferente se o circuito é de corrente contínua ou se é de corrente alternada. Neste último caso, devido à característica da variabilidade com o tempo, se observa o fenômeno da indução eletromagnética¹ que permite transformar, por exemplo, a alta tensão em baixa tensão ou vice-versa através do denominado transformador, ou converter a energia elétrica em energia mecânica através do motor de indução.

3.2.2. Medição da energia em um circuito elétrico

Tanto em um circuito de corrente contínua ou alternada, o gerador entregará energia elétrica que será transformada em energia luminosa (através das lâmpadas), em energia mecânica (através dos motores) ou em energia acústica (através dos alto-falantes) e assim por diante. Esta energia, de acordo com a eficiência do dispositivo de uso final e do sistema em si, será consumida de maneira eficiente ou ineficiente. Deve existir portanto uma unidade que permita dar um valor numérico a esta energia. No caso dos sistemas elétricos de corrente alternada a unidade utilizada é o kWh, sendo o medidor de kWh o instrumento de medição mais amplamente empregado. Este instrumento está baseado nos fenômenos eletromagnéticos inerentes a esse tipo de corrente.

No caso dos SHS's, a unidade de energia utilizada é o watt-hora/dia (Wh/dia) sendo que a unidade mais facilmente obtida pelos instrumentos de medição é o ampère-hora que ao ser multiplicada pela tensão, geralmente constante, fornece a medição em Wh. A definição destas unidades é a seguinte:

¹ A indução eletromagnética foi um dos maiores descobrimentos realizados por Michael Faraday (1791 – 1867). A pergunta inicial foi, se é possível obter magnetismo da eletricidade, será possível obter eletricidade do magnetismo?. Faraday demonstrou que sim era possível, assim, de forma geral a indução eletromagnética refere-se à produção de eletricidade através dos fenômenos que acontecem quando um condutor elétrico se submete aos efeitos de um campo magnético variável. [Braun E., 1992].

a) Ampère (A)

Unidade de intensidade das correntes elétricas. É a quantidade de elétrons que atravessará um determinado ponto de um circuito elétrico durante 1 segundo, ou seja:

$$I = \frac{q}{t}$$

Onde q representa a unidade de carga elétrica (Coulomb). 1 Coulomb = $6,2 \times 10^{18}$ elétrons.

b) Volt (V)

É a força eletro-motriz (f.e.m.) constante que, aplicada aos terminais de um condutor elétrico com resistência de 1 ohm, causará o fluxo de corrente de 1 A.

c) Watt (W)

Unidade de potência elétrica que resulta da multiplicação da corrente elétrica que flui por um circuito, em ampère, pela tensão do gerador elétrico, em volts. Em corrente contínua $1W = 1A \times 1V$

d) Ampère-hora (Ah)

É a quantidade de eletricidade que atravessará um determinado ponto de um circuito elétrico quando uma corrente constante de 1 A flui durante 1 hora. Em outras palavras, a corrente multiplicada pelo tempo em horas é igual a Ah, assim por exemplo, uma corrente constante de 1 ampère durante 1 hora seria 1 Ah e uma corrente constante de 3 ampères durante 5 horas seria 15 Ah. De forma mais generalizada:

$$E(Ah) = \int_0^t I(t)dt$$

e) Watt-hora (Wh)

É a unidade de energia que resulta da multiplicação dos ampères-horas pela tensão aplicada ao sistema, isto é, se um circuito está sendo alimentado por um gerador de energia elétrica a uma taxa de 1 watt pelo período de 1 hora, significa que o circuito estará recebendo 1 Wh de energia. De forma mais geral, se pode expressar a energia da seguinte forma:

$$E(Wh) = \int_0^t P(t)dt$$

3.2.3. *Dados históricos dos instrumentos de medição de energia elétrica*

3.2.3.1. *Corrente contínua X corrente alternada*

Em setembro de 1882, Thomas A. Edison, utilizando uma máquina a vapor para movimentar seus dínamos, conseguiu gerar corrente contínua abrindo desta forma a primeira central comercial de geração de energia elétrica em corrente contínua. Esta central foi a usina de Pearl Street na cidade de Nova Iorque. Em 1889 as companhias criadas por Edison originaram a Edison General Electric Company que, ao se juntar com a Thomson-Houston Electric Company, deram origem à General Electric Company (GE). A corrente alternada, nessa época, era considerada uma curiosidade elétrica [Widmayer F., 1996a].

Na mesma época, Nikola Tesla, um imigrante sérvio que trabalhava para Edison, descobriu o Campo Magnético Girante, que possibilitou o redesenho dos dínamos de corrente contínua. Tesla tentou vender seu trabalho a Edison mas este não o aceitou. Posteriormente George Westinghouse comprou o criativo trabalho de Tesla e criou a Westinghouse Electric Corporation baseado nas patentes dele. Foi assim como desde os primórdios da geração, transmissão e distribuição da energia elétrica, estava presente a polêmica de utilizar sistemas em corrente contínua ou alternada. Esta polêmica foi iniciada por Edison e Tesla e as respectivas companhias que adotaram seus sistemas, o primeiro defendendo a corrente contínua e o segundo as virtudes da corrente alternada. Finalmente, em 1894 como uma consequência do sucesso da planta hidroelétrica de Niagara Falls, que utilizou o sistema de Tesla, acabou esta polêmica conhecida também como a “Guerra AC X DC”. O resultado foi o aparente triunfo da corrente alternada [Widmayer F., 1996b].

Na atualidade, a corrente contínua vem sendo amplamente utilizada através de aplicações que vão desde os sistemas de transmissão elétrica a grandes distâncias, até nos aparelhos eletrônicos que precisam de um sistema retificador da corrente alternada para alimentar

seus circuitos. Tudo leva a crer que no futuro possivelmente se tenha que utilizar sistemas de retificação centralizada num prédio para distribuir a energia elétrica em forma de corrente contínua para alimentar as cargas que o requeiram [Widmayer F., 1996c]. Com relação aos sistemas fotovoltaicos, se tem observado que a distribuição elétrica que emprega corrente contínua é mais efetiva para sistemas que alimentam aplicações de baixa potência. Já para níveis de potências maiores, o uso da corrente alternada tem suas indiscutíveis vantagens [Aulich H. A. et al., 1998].

3.2.3.2. Origens da medição da energia elétrica

Desde o início do desenvolvimento dos sistemas elétricos, um dos principais problemas apresentados foi a inexistência de um aparelho ou dispositivo de medição de energia apropriado. Esta necessidade estava associada diretamente à comercialização da energia elétrica através das redes de distribuição preparadas para levar essa energia até o usuário.

No caso dos sistemas em corrente contínua, nos Estados Unidos a primeira patente para um equipamento desse tipo foi concedida a Samuel Gardiner em 1872. Posteriormente, em 1880, Thomas A. Edison utilizou um medidor químico que foi amplamente utilizado em seu sistema elétrico de transmissão de corrente contínua na cidade de Nova Iorque. Neste caso, periodicamente era necessário remover as lâminas de zinco para pesá-las e determinar a quantidade de material desprendido pelo passo da corrente elétrica e, desta forma, calcular a energia consumida. Também no ano de 1889 foi produzido o Wattímetro Registrador Thomson, que foi um medidor de watt-hora de tipo comutador para sistemas em corrente contínua que aplicava o magnetismo permanente. [Westinghouse Electric Corp., 1952].

Com relação à corrente alternada, graças às pesquisas de Nikola Tesla e ao descobrimento do Campo Magnético Girante, que possibilitou o desenvolvimento do motor de indução, em 1888 começou-se a utilizar o medidor de Oliver B. Shallenberger, o qual era um medidor de ampères-horas baseado nesses fenômenos eletromagnéticos. Posteriormente, o mesmo Shallenberger, percebendo a necessidade de medir a energia real em Wh,

desenvolveu um novo medidor. Em 1894, através da empresa Westinghouse, foi produzido o Wattímetro Integrador Shalenberger. A seguir, no ano de 1897 foi lançado o medidor de Davis-Conrad conhecido comercialmente como Tipo Round. Este medidor incluía muitos dos dispositivos empregados nos medidores de kWh modernos. Em 1902 foi introduzida a cobertura de vidro no compartimento de visualização da medição [*Westinghouse Electric Corp., 1952*].

3.2.4. Tipos de medidores de Ah

Dos dados apresentados anteriormente, se percebe que existem diversos tipos de medidores de Ah os quais podem ser classificados da seguinte forma:

3.2.4.1. Medidores Eletroquímicos

Estes medidores estão baseados no fenômeno da decomposição de uma solução ácida ou salina pela passagem de uma corrente contínua observada pela primeira vez por Faraday [*Biffi E., 1946*]. São medidores de Ah porque as leituras obtidas são proporcionais ao peso do metal depositado ou ao gás liberado por uma solução eletrolítica, em outras palavras, a medição fornecida é proporcional ao número de coulombs, ou ampères-horas, que atravessam o medidor [*Golding & Widdis, 1963*].

Nesta categoria de medidores entra o mencionado medidor químico de Edison. Este medidor empregava uma espécie de garrafa contendo duas lâminas de zinco submersas em uma solução de sulfato de zinco, pela qual atravessava a corrente elétrica. Uma das lâminas de zinco (o ânodo) era cuidadosamente pesada antes e após o serviço. A diferença do peso da lâmina, que era proporcional à corrente, correspondia ao consumo de energia a ser cobrado. A garrafa que continha a solução e as lâminas de zinco era trocada periodicamente por outra garrafa similar [*Jansky C.M., 1917*].

Outro tipo de medidor eletroquímico foi o denominado medidor de ampère-hora Bastian. Este medidor estava baseado na decomposição da água acidulada contida em um tubo de

vidro pela passagem de uma corrente elétrica entre dois eletrodos. Esta decomposição produzia gases que se depositavam na parte superior do tubo. A queda da altura do líquido em relação a uma referência correspondia aos ampères-horas fornecidos ao consumidor [*Jansky C.M., 1917*].

Também, com a finalidade de medir o consumo em ampères-horas nos sistemas em corrente contínua, foi muito utilizado o denominado medidor eletrolítico Wright ou Reason. Este foi um dos que teve maior sucesso e consistia em um tubo, em cuja parte superior havia uma argola contendo mercúrio, o ânodo. A perda de Mercúrio por causa da ação catalítica era compensada pelo Mercúrio contido em um reservatório, ou seja, este reservatório mantinha o nível de Mercúrio da argola constante. O cátodo consistia de uma outra argola de Irídio e de um eletrólito de Mercúrio e Potássio iodado. A passagem da corrente elétrica resulta em uma ação química que remove o Mercúrio do ânodo, o qual é depositado no cátodo. O peso do Mercúrio depositado, obviamente, é diretamente proporcional à quantidade de eletricidade que atravessa pelo medidor. Este peso, de maneira indireta, era lido por meio de uma escala estritamente calibrada que correspondia aos ampères-horas consumidos [*Golding & Widdis, 1963*].

3.2.4.2. Medidores eletromagnéticos

Estes medidores estão baseados nos fenômenos eletromagnéticos que acontecem devido à presença de um campo magnético permanente o qual origina um movimento giratório. Estes medidores podiam ser utilizados tanto em corrente contínua como em corrente alternada, no primeiro caso oferecendo leituras em Ah e no segundo em Wh. A medição era obtida porque a velocidade de giro da parte em movimento era proporcional à corrente no caso dos medidores de Ah, e à potência do circuito no caso dos medidores de Wh. Em outras palavras, o número de revoluções da parte giratória em um determinado tempo é proporcional, nos medidores de Ah, à quantidade de eletricidade fornecida em um tempo e no caso dos medidores de Wh à energia fornecida também em um determinado tempo [*Golding & Widdis, 1963*].

Dentro deste tipo de medidores, um dos mais utilizados foi o denominado Medidor a Motor de Mercúrio. Existiram diversos modelos como o medidor de Ah de corrente contínua Ferranti ou o medidor de Wh Chamberlain & Hookham para corrente alternada [Ferns J.L., 1932]. Basicamente todos eles se baseavam no seguinte princípio: um disco de cobre fica imerso em um banho de Mercúrio, e a corrente elétrica do circuito a ser medido passa pelo disco através do Mercúrio de forma radial a partir do centro, passando através de um poste via o Mercúrio. O sistema incluía também um magneto que fornecia um campo magnético constante e permanente, assim, o disco de cobre estava posicionado de tal forma que era influenciado por este campo. Cada vez que havia presença de corrente elétrica dentro desse campo magnético se produzia um conjugado que fazia girar o disco. A velocidade do giro é proporcional à corrente e, conseqüentemente, o número de revoluções em um determinado tempo era proporcional à quantidade de eletricidade. O dispositivo incluía um sistema de relojoaria que permitia dar uma indicação numérica dos Ah consumidos [Golding & Widdis, 1963].

3.2.4.3. Medidores eletrônicos

Estes medidores incluem em alguma das suas etapas a moderna tecnologia da eletrônica de estado sólido: transistores, circuitos integrados, diodos etc. As suas vantagens em relação aos tipos descritos anteriormente são múltiplas. No entanto, na atualidade o uso deste tipo de contadores principalmente está restrito às instalações em corrente alternada, assim por exemplo, o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás-CEPEL tem patenteado um sistema de medição para faturamento baseado em Ah, dirigido fundamentalmente para consumidores de até 180 kWh/mês da rede de distribuição alternada. A medição é realizada através da passagem por dois dutos do condutor de fase da rede elétrica (suprimento de energia do consumidor), isto é, o próprio condutor de fase constitui o circuito primário de um transformador de corrente, interno ao medidor, no qual a corrente gerada no secundário é proporcional à corrente do consumidor. Um circuito eletrônico executa a integração da corrente ao longo do tempo e faz atuar um registrador ciclométrico do tipo eletromecânico, não volátil [Eletrobrás-CEPEL, 1998]. Além deste medidor, existem também na atualidade

diversos outros modelos, todos eles baseados no uso de dispositivos eletrônicos, no entanto, seus custos são ainda muito elevados.

O medidor desenvolvido para realizar nossa pesquisa de campo também entra na categoria de medidores eletrônicos. Devido estar dirigido a medir o consumo nas instalações em corrente contínua, não inclui nenhuma parte eletromagnética. Os detalhes da sua construção são dados na próxima seção.

3.3. Descrição do medidor de Ah eletrônico desenvolvido para realizar a pesquisa

O circuito eletrônico do medidor foi desenvolvido a partir da informação inicial fornecida pelo Instituto de Energia Solar da Universidade Politécnica de Madri [Narvarte & Zilles, 1995]. Naquela informação consta o esquema geral de funcionamento em forma de diagrama de blocos, o circuito e as principais características dos dispositivos, além de uma proposta de calibragem do circuito. A partir desses dados foi desenvolvido o protótipo do medidor, envolvendo desde algumas modificações do circuito inicial até o desenho e fabricação da placa de circuito impresso, a montagem e calibragem do instrumento e a instalação final nas moradias rurais onde foi realizada a pesquisa.

O circuito corresponde a um esquema simples tal como é apresentado na figura 3.2. na qual pode-se distinguir quatro partes funcionais²:

- a) um amplificador,
- b) um conversor de tensão-frequência que realiza a conversão analógico-digital e gera um trem de pulsos proporcionais à tensão,
- c) um contador que registrará a quantidade de pulsos e,
- d) um *display* que apresentará os valores de consumo em Ah.

² O circuito elétrico completo é descrito na documentação técnica interna N° 03/1999 do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP).

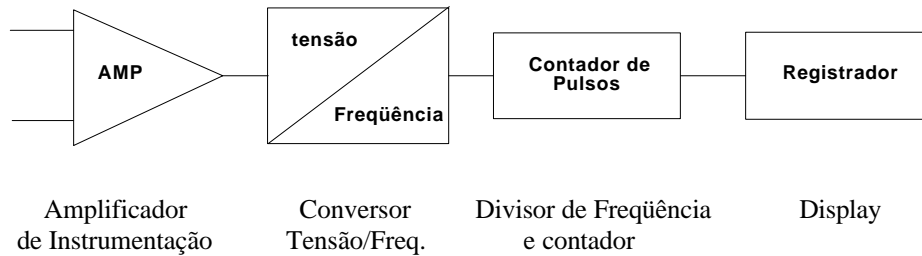


Figura 3.2. Diagrama de blocos do medidor de Ah.

a) O amplificador

É a etapa que amplifica a baixa tensão, na ordem de mV, presente nos terminais de um *shunt* ligado em série à carga do sistema. A corrente que circula pelo circuito série, *shunt*-carga, aumenta ou diminui de acordo com a carga, assim, nos terminais do *shunt* tem-se uma pequena tensão proporcional a essa corrente. Esta tensão é amplificada até níveis passíveis de serem convertidos em um trem de pulsos utilizado para contar o consumo dessa carga em unidades de Ah. Esta etapa conta com um ponto de ajuste utilizado para calibrar a tensão amplificada.

O circuito integrado utilizado é um amplificador operacional que trabalha com uma fonte simples de tensão. O ponto crítico de operação, de acordo com o experimentado, é a tensão de referência, a polaridade das entradas do sensor e a sensibilidade às elevadas frequências.

b) O conversor tensão-frequência

A função desta etapa é converter a tensão amplificada em um trem de pulsos proporcional a essa tensão. A frequência do trem de pulsos obedece à seguinte função de transferência:

$$f_{out} = \frac{V_{IN}}{2,09} \times \frac{R_S}{R_L} \times \frac{1}{R_t C_t}$$

R_S é uma resistência de ajuste que permite calibrar essa frequência de forma que fique proporcional à tensão amplificada. Este ajuste é crítico oferecendo muita sensibilidade aos ruídos e harmônicos presentes no sistema.

c) Divisor de frequência e contador

A finalidade do equipamento é obter a leitura de 1 Ah quando se tem uma carga ligada durante 1 hora e que demanda uma corrente de 1 ampère. Para conseguir esta leitura o que se faz é encontrar uma equivalência entre o número de pulsos e 1 Ah. O número de pulsos aumenta proporcionalmente ao incremento da corrente e dessa forma a indicação do consumo em Ah é proporcional ao número desses pulsos. Esta etapa é um divisor de frequência composto por 24 *flip-flop*'s³, sendo que cada *flip-flop* divide a frequência do *flip-flop* prévio por dois. Para esta etapa foi utilizado um circuito integrado cuja capacidade de contagem está resumida na tabela 3.1.

Tabela 3.1. Características das saídas do circuito integrado utilizado no medidor de Ah.

| SAIDA | CAPACIDADE DE CONTAGEM |
|-------|------------------------|
| Q18 | $2^{18} = 262.144$ |
| Q19 | $2^{19} = 524.288$ |
| Q20 | $2^{20} = 1.048.576$ |
| Q21 | $2^{21} = 2.097.152$ |
| Q22 | $2^{22} = 4.194.304$ |
| Q23 | $2^{23} = 8.388.608$ |
| Q24 | $2^{24} = 16.777.216$ |

Para nosso equipamento foi escolhida a saída Q21 indicando que, cada vez que o circuito integrado conte 2.097.152 de pulsos, o *display* deve indicar 1 Ah. Para possibilitar essa contagem, o equipamento foi calibrado para fornecer uma frequência de 582,54 Hz nessa etapa, conforme indicado na expressão abaixo.

$$1 \text{ hora} = 3600 \text{ s} \Rightarrow \frac{2.097.152 \text{ pulsos}}{3600 \text{ s}} = 582,54 \text{ Hz}$$

³ *Flip-flop* é um circuito de disparo que têm duas condições de permanente estabilidade podendo passar de uma a outra através de um estímulo externo [IEEE, 1993].

Deve-se também considerar a proporcionalidade entre a tensão na saída do amplificador e a corrente que circula através da carga (1 ampère durante 1 hora). Para conseguir esta proporcionalidade a tensão amplificada foi ajustada em 0,583 V para uma corrente de 1 A.

d) Painel de leitura

A leitura dos Ah demandados é feita através de um *display* de cristal líquido de 6 dígitos com memória não volátil alimentado com a tensão do próprio sistema. Este *display* recebe um pulso gerado no divisor de frequência e contador cada vez que este conta 2.097.152 pulsos, que de acordo com o ajuste do equipamento, corresponde a 1 Ah.

Este *display* tem quatro terminais enumerados a seguir:

Terminal 1: Entrada positiva (+ 12 V)

Terminal 2: Entrada negativa

Terminal 3: Entrada do pulso binário de contagem

Terminal 4: *Reset*

Ao terminal 3 chega um pulso gerado no contador cada vez que este conta 2.097.152 pulsos. Se a corrente que atravessa a carga é maior ou menor que 1 ampère, então a velocidade de contagem de pulsos também será maior ou menor, portanto o pulso presente no terminal 3 do *display* dependerá do consumo da carga ligada nesse momento. A característica principal deste *display* é que ele guarda a última leitura mesmo que a tensão de alimentação seja desligada. Para voltar a “zero”, é necessário que o terminal RESET seja posto em contato com a tensão de 12 V do circuito.

Em resumo, existe uma relação linear entre a corrente que atravessa a carga ligada ao sistema fotovoltaico, o trem de pulsos e a leitura em Ah lidos no *display*. A fim de ilustrar esta relação, a figura 3.3. mostra a dependência existente entre a frequência do trem de pulsos e os Ah registrados caso se tenha ligada uma determinada carga durante uma hora. Assim por exemplo, supondo que durante uma hora a corrente de carga seja de 6 A, então, nesse caso, a frequência do trem de pulsos será de 3500 Hz, a contagem de 2.097.152 pulsos será muito mais rápida e, portanto, o valor que o *display* indicará será 6 Ah.

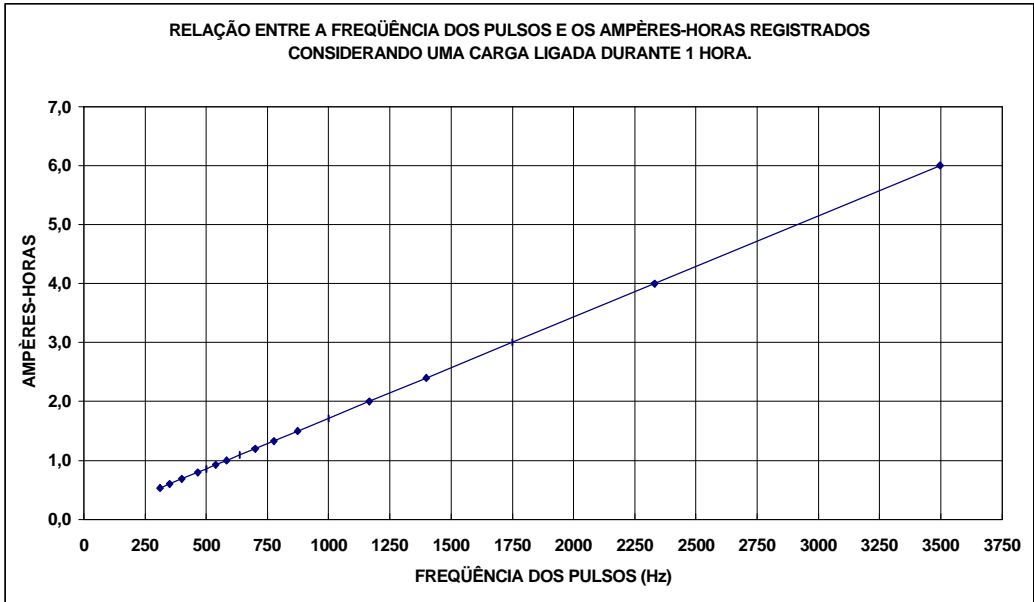


Figura 3.3. Relação existente entre a freqüência dos pulsos e os Ah registrados, considerando que uma determinada carga esteja ligada durante 1 hora.

3.4. Parâmetros do medidor

No funcionamento do medidor existem algumas variáveis que determinam o desempenho do equipamento. Estas variáveis permitem que o resultado final corresponda ao consumo energético em Ah. Na figura 3.4. estão indicadas estas variáveis.

I_C : Corrente de carga

V_{SH} : Tensão no *shunt*

V_{IN} : Tensão amplificada

f_{OUT} : Freqüência do trem de pulsos

t_h : Tempo do pulso de contagem

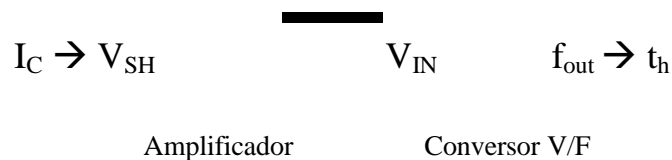


Figura 3.4. Diagrama que mostra as variáveis fundamentais do medidor de Ah.

3.4.1. Corrente de carga (I_C)

É a corrente que circula pelo circuito série carga-*shunt*. O valor desta corrente dependerá da magnitude da carga. A resistência *shunt* R_{SH} é fixa (0,024 Ω). V é a tensão fornecida pelo regulador do sistema fotovoltaico, assim:

$$I_C = \frac{V}{R_{SH} + R_{CARGA}} \quad \text{Se, } R_{SH} + R_{CARGA} = R_C \Rightarrow I_C = \frac{V}{R_C}$$

3.4.2. Tensão no *shunt* (V_{SH})

É a tensão presente nos terminais do *shunt* a qual é proporcional à corrente que circula pelo circuito série carga-*shunt*. Esta tensão deverá ser amplificada pelo circuito integrado correspondente. Sua relação é a seguinte:

$$V_{SH} = R_{SH} \cdot I_C$$

3.4.3. Tensão amplificada na entrada do conversor (V_{IN})

É a tensão amplificada pelo circuito integrado tendo um ganho G ajustado através do potenciômetro. Para nosso caso, com a finalidade de obter uma tensão V_{SH} de 0,583 V quando a carga está ligada a uma tensão de 12 V e por ela circula 1 A, o ganho deve ser de 24,3. Assim:

$$V_{IN} = G \cdot V_{SH}$$

3.4.4. Frequência do trem de pulsos (f_{OUT})

É a frequência ajustada no conversor tensão-frequência. Quando a tensão amplificada ligada na entrada dessa etapa é de 0,583 V, a frequência na saída do conversor deverá ser de 583 Hz, ou seja:

$$f_{OUT} = V_{IN} \cdot 1000$$

3.4.5. Tempo do pulso de contagem (th)

É o tempo que demora o contador para contar 2.097.152 de pulsos que para as condições de calibragem estipuladas corresponderão a 1 Ah. Este tempo varia de acordo ao valor da corrente que circula pelo circuito série carga-*shunt*; assim:

$$th = \frac{1h \cdot ts}{3600s} \text{ onde, } \longrightarrow ts = \frac{2.097.152Hz}{f_{OUT}}$$

$$\Rightarrow th = \frac{1h \frac{2.097.152Hz}{f_{OUT}}}{3600s} = \frac{1}{f_{OUT}} 582,542h \cdot Hz(\text{horas})$$

Convertendo a minutos:

$$th = \frac{582,542}{f_{OUT}} \cdot 60'$$

Finalmente, th expressado em minutos:

$$th = \frac{34952,52}{f_{OUT}} (\text{min utos})$$

3.5. Comportamento do medidor

Com base nos parâmetros estabelecidos no item anterior, é possível construir uma planilha para analisar o comportamento do medidor nas diferentes situações de carga. Na tabela 3.2. estão indicados os dados gerados pela planilha. Nessa tabela podemos observar claramente que, no caso de se ter uma carga composta por uma resistência R_C de 12Ω ($R_C = R_{SH} + R_{CARGA}$) e uma tensão de alimentação de 12 V, pelo circuito série carga-*shunt* circulará a corrente de 1 A, nesta situação, a tensão V_{IN} na entrada do conversor V/F (ou na saída do amplificador) será de 0,583 V e o trem de pulsos na saída do mesmo terá a frequência f_{out} de 583 Hz. O tempo th que demorará o primeiro pulso de contagem na saída do divisor-

contador será de 60 minutos (1 hora). Assim, a cada hora haverá um pulso no terminal 3 do *display* indicando 1 Ah de consumo.

No caso de aumentar ou diminuir a carga, a tensão V_{SH} , a corrente I_C , a tensão V_{IN} e a frequência do trem de pulsos f_{out} , também aumentarão ou diminuirão sucessivamente. Nesta situação, o tempo t_h do pulso de contagem diminuirá ou aumentará respectivamente. Em conclusão, quanto maior seja a carga ligada ao sistema haverá maior consumo em Ah.

Tabela 3.2. Dados gerados pela planilha de análise do comportamento do medidor de Ah.

| | |
|-------------------------------|---------|
| V: Tensão de entrada (V) | 12 |
| Rsh: Resistência shunt (Ohm) | 0,024 |
| G: Ganho do amplificador | 24,273 |
| Ps: Pulsos/ hora no conversor | 2097152 |

| Rc (Ohm) | Ic (A) | Vsh (V) | Vin (V) | fout (Hz) | th (min) |
|----------|--------|---------|---------|-----------|----------|
| 1,0 | 12,000 | 0,288 | 6,991 | 6991 | 5 |
| 2,0 | 6,000 | 0,144 | 3,495 | 3495 | 10 |
| 3,0 | 4,000 | 0,096 | 2,330 | 2330 | 15 |
| 4,0 | 3,000 | 0,072 | 1,748 | 1748 | 20 |
| 5,0 | 2,400 | 0,058 | 1,398 | 1398 | 25 |
| 6,0 | 2,000 | 0,048 | 1,165 | 1165 | 30 |
| 7,0 | 1,714 | 0,041 | 0,999 | 999 | 35 |
| 8,0 | 1,500 | 0,036 | 0,874 | 874 | 40 |
| 9,0 | 1,333 | 0,032 | 0,777 | 777 | 45 |
| 10,0 | 1,200 | 0,029 | 0,699 | 699 | 50 |
| 11,0 | 1,091 | 0,026 | 0,636 | 636 | 55 |
| 12,0 | 1,000 | 0,024 | 0,583 | 583 | 60 |
| 13,0 | 0,923 | 0,022 | 0,538 | 538 | 65 |
| 14,0 | 0,857 | 0,021 | 0,499 | 499 | 70 |
| 15,0 | 0,800 | 0,019 | 0,466 | 466 | 75 |
| 17,5 | 0,686 | 0,016 | 0,399 | 399 | 87 |
| 20,0 | 0,600 | 0,014 | 0,350 | 350 | 100 |
| 22,5 | 0,533 | 0,013 | 0,311 | 311 | 112 |
| 25,0 | 0,480 | 0,012 | 0,280 | 280 | 125 |
| 27,5 | 0,436 | 0,010 | 0,254 | 254 | 137 |
| 30,0 | 0,400 | 0,010 | 0,233 | 233 | 150 |
| 32,5 | 0,369 | 0,009 | 0,215 | 215 | 162 |
| 35,0 | 0,343 | 0,008 | 0,200 | 200 | 175 |
| 37,5 | 0,320 | 0,008 | 0,186 | 186 | 187 |
| 40,0 | 0,300 | 0,007 | 0,175 | 175 | 200 |

Como podemos verificar na figura 3.5 a relação existente entre a corrente que atravessa o circuito série carga-*shunt* (I_C) e a tensão presente nos terminais do *shunt* (V_{SH}) é linear.

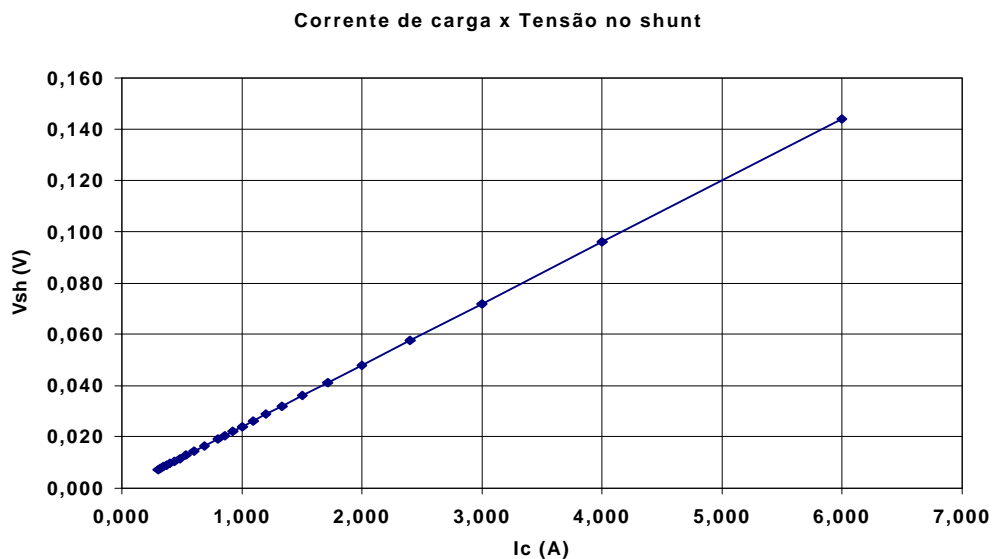


Figura 3.5. Relação entre a corrente de carga e a tensão no shunt.

Da mesma forma, de acordo à figura 3.6. existe um comportamento também linear entre a tensão presente nos terminais do *shunt* (V_{SH}) e a frequência do trem de pulsos, f_{out} , na saída do conversor tensão-frequência.

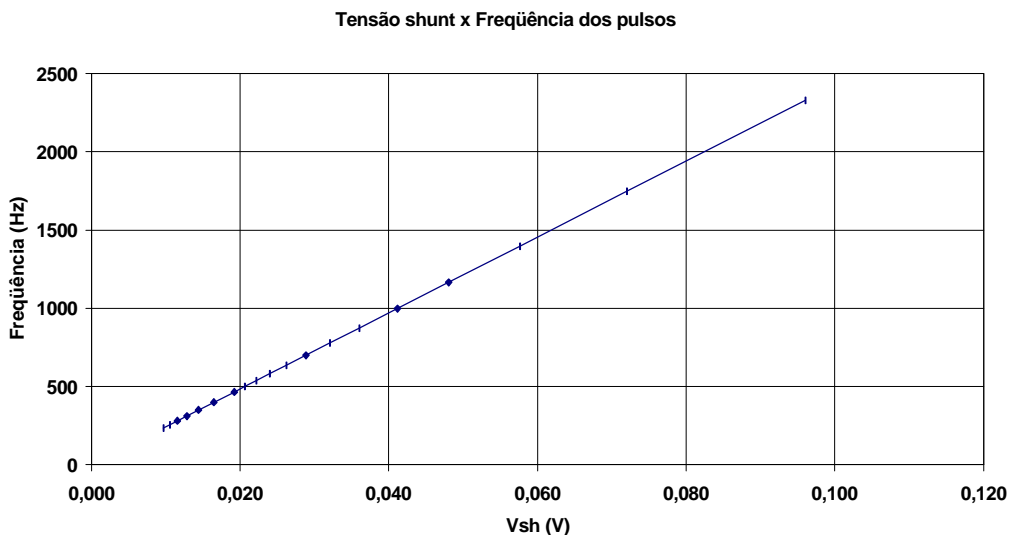


Figura 3.6. Relação entre a tensão no shunt e a frequência do trem de pulsos.

Igualmente, podemos verificar na figura 3.7. que o tempo do pulso de contagem presente no terminal 3 do *display*, será menor quanto maior seja a tensão V_{SH} e, portanto, quanto maior seja a carga ligada ao sistema.

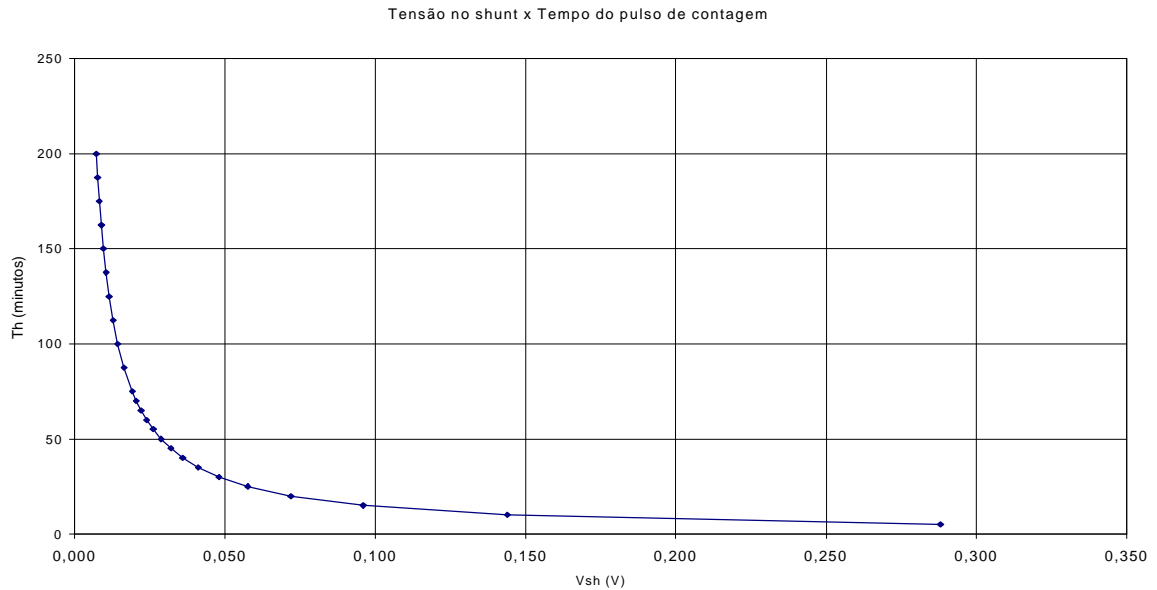


Figura 3.7. Relação entre o tempo da contagem e a tensão no shunt.

3.6. Montagem e instalação

O medidor foi montado numa caixa de plástico previamente preparada para alojar a placa de circuito impresso e o *display*. Também foi previsto o acesso para o ajuste dos potenciômetros na etapa da calibragem do instrumento.

Com relação à instalação no sistema fotovoltaico, na figura 3.8. pode-se observar a forma de ligar o equipamento em um sistema real. Cabe ressaltar que principalmente deve-se tomar em conta a polaridade nas entradas do medidor. É necessário ainda tomar as devidas precauções de segurança para proteger o sistema fotovoltaico de forma integral. Adicionalmente, para ilustrar a forma física e a disposição do medidor nas instalações de algumas das residências, as figuras 3.9. e 3.10 apresentam o equipamento ao lado do regulador de carga da instalação fotovoltaica. Nas figuras pode-se observar que o equipamento é facilmente acoplado ao sistema.

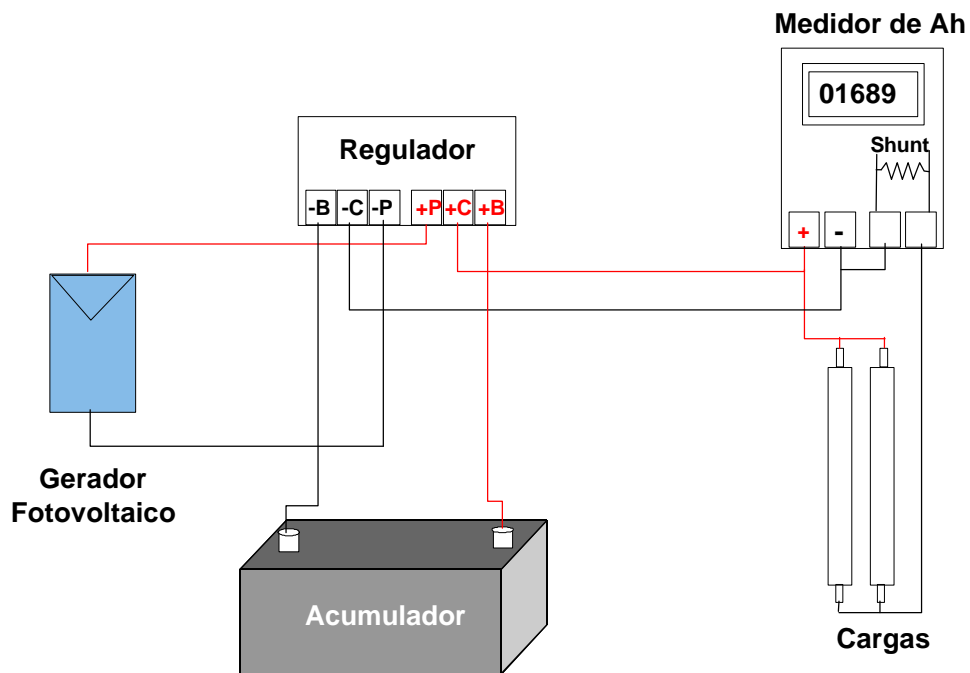


Figura 3.8. Esquema de ligação do medidor de Ah no sistema fotovoltaico.



Figura 3.9. Vista de um medidor de Ah instalado em uma das moradias da comunidade de Marujá.



Figura 3.10. Vista de um medidor de Ah instalado em uma das moradias da comunidade de Sítio Artur.

3.7. Considerações adicionais

Os resultados da pesquisa têm demonstrado a grande utilidade do equipamento desenvolvido e podemos afirmar que o instrumento é confiável e de fácil assimilação por parte dos usuários. No que tange às melhoras técnicas, cabe mencionar que, apesar de que o *display* fornece condições de fácil leitura, é conveniente utilizar um *display* de maior tamanho devido aos problemas visuais detectados em alguns dos usuários. Pelo observado até o presente, esta situação é freqüente no meio rural não eletrificado da região em estudo.

Merece destacar também que o equipamento está integrado à instalação de tal forma que sua alimentação é fornecida pelo próprio sistema. Esta característica faz com que o equipamento seja muito sensível aos ruídos de alta freqüência, originados por reatores eletrônicos de baixa qualidade, presentes na linha de alimentação de algumas das

instalações. Este problema, além de interferir nas medidas, revela o uso de equipamentos de iluminação de baixo desempenho. O problema de interferência nas medidas pode ser solucionado com a introdução de um filtro de linha, entretanto, a melhor solução é a substituição dos reatores eletrônicos por outros de melhor qualidade. Esta observação reflete a necessidade de estabelecer padrões de qualidade para os equipamentos de iluminação utilizados no meio rural.

Adicionalmente, de acordo com a metodologia de pesquisa a ser escolhida, pode-se introduzir no equipamento uma memória para retenção de informações diárias. Nesse caso, a intervenção direta do usuário não é mais necessária. Consideramos que essa modificação do circuito deve ser realizada se o tipo de pesquisa visa obter somente dados numéricos. Se a pesquisa requer dados sócioeconômicos e culturais, recomendamos utilizar a metodologia proposta que inclui a participação do usuário.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES RURAIS ONDE SE REALIZOU A PESQUISA

4.1.Introdução

A inexistência de estudos sistemáticos que visem obter padrões do consumo da energia elétrica fornecida pelos sistemas fotovoltaicos motivou-nos a realizar esta pesquisa tomando como base algumas residências rurais de quatro comunidades localizadas no Vale do Ribeira, litoral sul do Estado de São Paulo. Estas comunidades passaram a usufruir, graças à instalação de SHS's, da energia elétrica somente nestes últimos anos e, na atualidade, os usos finais desta energia estão dirigidos principalmente à iluminação utilizando lâmpadas fluorescentes e, em alguns casos, lâmpadas incandescentes de 2 W. A seguir vem o uso de rádios e em menor medida a televisão P&B e outros aparelhos elétricos.

Para compreender as relações do consumo energético com os aspectos socioculturais e econômicos, é necessário conhecer a problemática do homem e seu meio ambiente. Isto

porque os usos finais da energia têm relação com as variáveis físicas e estruturais das moradias, tais como os materiais de construção utilizados, seu tamanho e distribuição e, além disso, se deve considerar também que as aplicações energéticas dependem em grande escala do meio físico onde o homem se desenvolve. Somado a isso tudo, o consumo energético tem relação também com a conduta do morador, isto é, com os hábitos, costumes e comportamentos pessoais, sendo que *“esta componente freqüentemente é subestimada ou ignorada nas análises do uso final da energia em parte devido a seu entendimento ser muito complexo. Esta conduta é influenciada pela cultura, atitudes, normas estéticas e de conforto assim como por variáveis sociais e econômicas”* [Wilhite H. et al., 1996].

Entender então a sistemática do consumo energético das moradias eletrificadas com sistemas fotovoltaicos, implica conhecer em primeiro lugar seu meio ambiente físico, sua história, sua cultura e em geral a totalidade do contexto onde os usuários da tecnologia se desenvolvem. Poderemos ver a seguir que as comunidades de Sítio Artur, Retiro, Varadouro e Marujá, embora estejam localizadas na mesma região geográfica e compartilhem uma mesma história, suas necessidades energéticas, aspirações e grau de aceitação da tecnologia têm diferenças muito marcantes. Nas seções seguintes se fará uma breve descrição do meio ambiente físico, social e cultural onde estas comunidades desenvolvem seu dia-a-dia.

4.2. O Vale do Ribeira

4.2.1. Antecedentes sócioeconômicos

O denominado Vale do Ribeira é uma das regiões do Estado de São Paulo que mais tem sido estudada mas, no entanto, seus problemas básicos até o momento não foram solucionados de forma integral e definitiva. Dados comparativos da evolução sócioeconômica da região durante este século podem ser encontrados na literatura existente. Assim, em 1936 o geógrafo Deffontaines, descrevendo a zona litorânea da região, dizia que *“trata-se de uma zona em que a ocupação humana não se encetou ainda*

verdadeiramente”¹. Posteriormente, em 1957, Juarez R. Brandão Lopez² ao se referir à mesma zona, caracterizava-a como uma região com população rural pouco densa vivendo abandonada, isolada, com forte mistura indígena, tanto racial como cultural, sendo sua economia de subsistência. Outras características apontadas por ele foram: população rural mais numerosa que a população urbana, pequeno contingente de estrangeiros na população e uma região que se conserva marginalizada com relação ao desenvolvimento econômico do Estado, constituindo uma das regiões mais pobres, senão a mais pobre.

Uma pesquisa sociológica realizada em 1967 [Pereira de Queiroz M.I., 1969] ao referir-se especificamente ao município de Cananéia³ conclui que nele predomina a população rural, mas escassa e rala. Seu crescimento vegetativo é grande, porém compensado por um êxodo que aumenta progressivamente. O número de analfabetos é grande, as escolas insuficientes, mal equipadas e instáveis. A atividade agrícola, que ocupa o maior número de pessoas, não só é rudimentar e pobre, como também decresce, ao passo que indústria e comércio prosseguem sendo incipientes e também extremamente medíocres.

Já o Plano de Gerenciamento Costeiro publicado em 1990, ao tratar sobre as características sócioeconômicas da região, conclui⁴: *“a análise da dinâmica de ocupação da área demonstra que o processo de desestruturação das formas de organização social da produção da zona rural da região lagunar e o esvaziamento populacional dos bairros resultam, além do processo migratório rural-urbano que vem ocorrendo em todo o Brasil após a implantação de pólos industriais, numa grande porcentagem de moradores com situação fundiária não regularizada pelo Estado, os quais, pelos impedimentos que lhes são impostos, vêem-se impossibilitados de manter o sistema tradicional de complementaridade econômica”*. Também menciona *“que podem ser identificadas, atualmente, na região estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia, comunidades vinculadas predominantemente à agropecuária, à pesca, ao turismo e ao extrativismo vegetal”*. Além disso *“a maioria dos núcleos, cujos moradores se dedicavam à pesca exclusivamente*

¹ Pierre Deffontaines, 1936, pp. 1845-6. Citado em Pereira de Queiroz M.I., 1969 pp. 16.

² Juarez R. Brandão Lopes, 1957, pp. 105-113. Citado em Pereira de Queiroz M.I., 1969 pp. 17.

³ Maria Isaura Pereira de Queiroz, 1969, pp. 139-140.

⁴ Governo do Estado de São Paulo – Secretaria do Meio Ambiente, 1990, pp. 54-73.

lagunar, ou se transformaram em bairros eminentemente turísticos ou sofreram um significativo esvaziamento populacional, tendendo, em alguns casos, à extinção”.

De todo este quadro, se conclui que, ao longo deste século, a peculiar problemática sócio-econômica da região, apesar das muitas tentativas, ainda não foi solucionada de forma integral e definitiva. Em conseqüência, o Estado de São Paulo mantém nos limites de seu território (a menos de 250 km da cidade de São Paulo) uma região à margem de seu grande desenvolvimento econômico, social e cultural.

4.2.2. Características geográficas

Geograficamente o Vale do Ribeira constitui uma região com características próprias que o diferenciam das outras regiões do Estado de São Paulo, devido sobretudo à presença marcante do rio Ribeira e seus afluentes e às características peculiares de seu litoral, os quais originaram esta unidade geográfica muito característica e diferenciada. A região está localizada ao sul do Estado de São Paulo como pode ser observado no mapa da figura 4.1.



Figura 4.1. Mapa de localização do Vale do Ribeira.

O Vale do Ribeira, embora constitua uma unidade geográfica diferenciada, ainda pode ser dividido em duas sub-regiões com características também muito diferentes. Por um lado se tem a sub-região litorânea que compreende o complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá que possui uma grande diversidade de flora e fauna, além de núcleos humanos adaptados a esta realidade geográfica. É nesta sub-região onde se realizou a pesquisa e engloba o lagamar de Cananéia, toda a Ilha Comprida e a Ilha do Cardoso e as terras drenadas pelo rio Ribeira na parte costeira incluindo Iguape.

Os limites desta sub-região não podem ser considerados tão rígidos, mas suas próprias características a diferenciam da outra sub-região. Por ser uma área onde ainda existe um grande potencial ecológico, ao amparo da lei 6.902 de 27/4/81, base legal das Áreas de Proteção Ambiental (APA), no período compreendido entre 1985/1986 foi criada a APA Cananéia-Iguape-Peruíbe além de ser regulamentada a APA de Ilha Comprida [Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, 1996]. A sub-região pode ser observada no mapa da figura 4.2.



Figura 4.2. Mapa detalhando a sub-região do Vale do Ribeira onde se realizou a pesquisa e compreende o complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia.

As principais características da sub-região litorânea são as seguintes [*Petrone P., 1966: 39-41*]:

- presença constante do mar com extensas linhas de praias e número relativamente grande de ilhas (Cardoso, Comprida, Cananéia). Também se tem numerosos canais, baías e “mares” (Pequeno, de Cananéia, do Cubatão, Ararapira, Trapandé),
- configuração plana das terras com altitudes normalmente pouco acima do nível médio do mar,
- drenagem superficial riquíssima com presença de manguezais na faixa costeira e uma paisagem misto de mar e terra,
- revestimento vegetal muito variado em que as florestas de mangues se avizinham até mesmo com a floresta tropical das pestanas e diques marginais,
- umidade elevada e abundante pluviosidade, ausência de verdadeira estação seca e presença de temperaturas elevadas e uniformes,
- área de povoamento antigo sendo um dos mais precoces do país, o qual é testemunhado pelas construções arquitetônicas das principais cidades desta sub-região, Iguape e Cananéia,
- população rural rala e dispersa com presença de áreas quase vazias,
- gêneros de vida baseados principalmente na pesca e nas “roças”.

Por outro lado, se tem também a sub-região serrana ou das colinas que abrange todo o vale a montante do rio Ribeira a partir da área entre a barra do Jacupiranga e do Carapiranga, além do conjunto das bacias do Jacupiranga, Pariquera-Açu e Pariquera-Mirim, tendo como fundo a denominada “Serra do Mar”.

As características principais desta sub-região são [*Petrone P., 1966: 42-45*]:

- área topograficamente caracterizada pela presença de colinas de formas suaves, pouco pronunciadas correspondendo a formações geológicas antigas,
- drenagem mais estabilizada e mais definida que na sub-região litorânea com rios encaixados em seus leitos ou vales e presença de pequenas planícies de várzeas e mesmo com brejos,

- umidade e precipitações menos elevadas que na sub-região litorânea e com uma diferenciação sazonal mais pronunciada,
- áreas mais densamente habitadas com povoamento relativamente recente, além de vida urbana mais significativa principalmente nas cidades de Registro, Pariquera-Açu, Jacupiranga, Eldorado e Sete Barras,
- economicamente esta sub-região é mais diversificada possuindo desde culturas comerciais até criação de gado,
- maior grau de revalorização da terra devido à introdução de novas plantas cultivadas, renovação e substituição de técnicas e sistemas de utilização do solo que ocasionam um rearranjo do habitat rural.

Ambas sub-regiões estão situadas nos limites da denominada “Mata Atlântica”, sendo que a sub-região litorânea ainda conserva grande parte dela. Historicamente formam uma única unidade geográfica devido a sua complementaridade tanto sócioeconômica como também cultural.

4.2.3. Flora e fauna da sub-região litorânea

A evolução geológica do continente criou nesta sub-região do Vale do Ribeira uma área moldada por um litoral que avança formando um impressionante sistema de ilhas, rios e baías constituindo um verdadeiro labirinto onde a flora e a fauna se adaptaram a este habitat. A vegetação predominante é a “Mata Atlântica” ou também denominada “Mata Tropical Úmida de Encosta” sendo o mangue a árvore que mais se destaca na sub-região, guardando uma riqueza florística e faunística única.

A cobertura vegetal desta área podemos dividi-la em 8 agrupamentos distintos [Bonetti Ch., 1997: 46-47]:

- Mata Paludosa ou Densa, caracterizada por uma espessa folhagem formada pelas copas das árvores de grande porte, chegando até alturas de 20 metros. Nela existem espécies como o Palmito (*Euterpe edulis*), a uva-do-mato (*Bactris setosa*), o Guanadi (*Calophyllum brasiliense*) entre outras espécies,

- Mata de Restinga, não é tão grande como a cobertura anterior mas pode ter também árvores com alturas até de 20 metros. Possui campos ralos de gramíneas, densa vegetação aquática e brejos. Entre as espécies florísticas se tem Cactáceas, Esmilicáceas, Bromeliáceas e Mirtáceas,
- Mata de Encosta ou Floresta Latifoliada Úmida, formada devido à característica da alta pluviosidade a qual determina uma grande gama de espécies e uma vegetação quase que impenetrável,
- Mata Secundária, caracterizada pela presença de embaúbas e macanás-da-serra, típicas de áreas desmatadas em adiantado grau de recuperação,
- a Capoeira, que se caracteriza pela presença de arbustos médios e herbáceas e também pela vegetação rasteira que indica um grau menor de recuperação da área desmatada,
- a Vegetação Gramínea, que está associada à formação arenosa onde crescem herbáceas como capotiraguá, salsa-da-praia, feijão-da-praia e o capim-da-praia,
- a Vegetação do Brejo, composta por herbáceas, taboas e pau-de-tamanco. Desta vegetação depende um grande número de espécies de animais como aves, roedores e pequenos mamíferos que utilizam este local para se alimentar,
- Vegetação do Mangue, estas são áreas alagadiças ricas em material orgânico oriundas do mar e rios além de grandes depósitos de argila e silte. Na figura 4.3 se pode observar a paisagem constituída por estas florestas a qual merece um comentário adicional:



Figura 4.3. Manguezais do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia.

“Nos manguezais, o recém-chegado depara, antes de mais nada, com a floresta. Não há, como nas outras florestas, chão sobre o qual andar. Durante a maré-cheia, a floresta está inundada e, quando a maré recua, deixa atrás de si um emaranhado caótico de raízes de todo tipo, que alcançam até dois ou três metros de altura; troncos mais ou menos recobertos por mucilagem, líquens e algas que crescem também sobre os galhos e emergem do lodo, onde é possível afundar-se até os joelhos, se houver espaço suficiente para apoiar os pés” [Vannucci M., 1999: 33] .

Estes manguezais desempenham um importante papel na economia familiar de muitos dos moradores da região devido a que são aproveitados em grande medida os recursos que ele oferece como são, por exemplo, as espécies que vivem nos sedimentos de manguezais e/ou nos bancos de lama adjacentes tais como crustáceos (sirís e caranguejos) e moluscos (ostras). Além disso, grande parte da pesca artesanal baseia-se em espécies de manguezal ou que passam parte significativa de seu ciclo de vida nele [Lacerda L. D. de, 1999]

Por outro lado, a fauna desta sub-região está composta por uma grande variedade de animais [Bonetti Ch., 1997: 47-50] tais como os primatas muitos deles ameaçados de extinção. Há também marsupiais que vão desde os pequenos como as cuícas e guaiquicas, até maiores como os gambás. Morcegos são abundantes. Podem ser encontradas muitas espécies de carnívoros como o cachorro-do-mato, o guaxinim ou mão-pelada, a japurá, o quati, a iara, o cangambá, os furões e lontras. Dentro dos felídeos se tem o jaguar, a onça-parda, a jaguatirica e gatos-do-mato, todos eles ameaçados de extinção devido ao pequeno número destas populações e à redução constante de seu hábitat.

Há também muitos roedores, em sua maioria de pequeno porte como os ratos-do-mato, além da capivara, a cotia, a paca e o mocó. A grande variedade de aves causa admiração, é possível encontrar anhumas, marrecos e patos-selvagens junto a exemplares dos falconiformes além de corujas, biguás, martins-pescadores, juruvas, mergulhões, jaçanãs, maçaricos, batuíras e quero-queros. A sub-região conta ademais com uma grande população de répteis tais como os quelônios (cágados e jabutis), serpentes (jibóias, jararacas, corais-verdadeiras, cobras verdes, boipevas, falsas corais, cobra-cipó, mussurana

etc.), lagartos (teiú, teiú-açú e o sinimbu). Temos que considerar também uma enorme variedade de invertebrados assim como uma riquíssima ictiofauna.

Em resumo a sub-região litorânea do Vale do Ribeira guarda imensa riqueza natural composta por uma maravilhosa flora e fauna que durante séculos foi modelando seu próprio hábitat. Neste peculiar meio ambiente os seres humanos para conseguirem sobreviver, tiveram que se adaptar criando mecanismos sociais, econômicos e culturais que lhes permitiram dominar o meio. Foi assim que surgiu o peculiar modo de vida caiçara⁵.

4.2.4. Dados históricos da ocupação humana

A ocupação humana do Vale do Ribeira vem sendo feita desde épocas muito antigas. O descobrimento no vale de diversos artefatos líticos empregados como ferramentas primitivas de sobrevivência, sugere a presença de grupos humanos adaptados a essa realidade geográfica desde épocas que não devem ultrapassar 6 ou 7 mil anos, podendo mesmo ser bem mais recente [Bladis P.A.D. De, 1989]. Por outro lado, a análise arqueológica dos sambaquis⁶ achados nas proximidades de Cananéia e da Ilha Comprida mostra a existência de uma correlação homem-meio que indica a presença humana no vale desde tempos muito remotos [Bonetti Ch., 1997]. Os homens que paulatinamente foram formando estes sambaquis com certeza constituíam um grupo humano adaptado a este meio geográfico tão peculiar, e sobreviveram aproveitando os recursos naturais que aquela singular natureza lhes oferecia.

Parece que estes primeiros grupos humanos foram sucedidos pelos Tupiniquins que se espalharam até o litoral norte do Estado de São Paulo e, apesar de tratar-se de um grupo mais evoluído, sua influência não foi sentida em grande medida pelos europeus que

⁵ Caiçaras são habitantes que moram na região do litoral sul do Estado de Rio de Janeiro e no litoral dos Estados de São Paulo e Paraná. Se caracterizam por seu grande apego ao mar e à terra sendo pescadores-agricultores. A origem do modo de vida caiçara se deve à miscigenação dos povos indígenas estabelecidos nesta região com os portugueses e negros durante a colônia. Hoje em dia esta cultura tem sofrido muitas influências externas levando-a a sua quase total extinção [Santos da Silva L.G., 1993].

⁶ Designação dada a antiquíssimos depósitos localizados ao ar livre, situados ora na costa, ora em lagos ou rios do litoral e estão constituídos pelo acúmulo de carapaças de moluscos, restos de cozinhas e de esqueletos amontoados por tribos selvagens que habitaram o litoral americano em época pré-histórica.

ocuparam a região, no entanto, com o passar do tempo sua presença se fez sentir sobretudo nas técnicas de cultivo da terra que as populações caboclas atuais (caiçara, ribeirinha e capuava) continuam utilizando [*Pereira de Queiroz M. I., 1969: 22*].

A data oficial da fundação de Cananéia por Martim Afonso de Souza, 12 de agosto de 1531, historicamente marca o início da ocupação européia dessa região, embora se saiba que antes dessa data já havia europeus morando nesse local, assim, “*comandando uma expedição, partida de Corunha em 1526, com o fim de explorar o Rio da Prata, Diogo Garcia chegou a São Vicente a 15 de Janeiro de 1527 e narrou ter encontrado o Bacharel⁷ e seus genros, aí moradores ‘mucho tiempo ha que ha bien 30 años’. Deles comprou um bergantim para a viagem e contratou um dos genros por língua (intérprete) até o Rio da Prata*”⁸. Desta maneira, desde o início o povoamento de Cananéia permaneceu ligado ao mar servindo de lugar de alojamento das embarcações na rota do Prata.

Posteriormente, o descobrimento de ouro nas serras acima do rio Ribeira fez deslocar a importância de Cananéia até Iguape. O ouro começou a tornar-se o principal motivo para os empreendimentos em escala comercial, dando lugar ao povoamento do interior do vale através do aproveitamento das formidáveis condições de navegação do rio. Com o passar do tempo veio a decadência da exploração do ouro o que marcou o deslocamento das atividades para outras regiões, o mesmo repetiu-se posteriormente com as atividades agrícolas relacionadas com a plantação do arroz. [*Petrone P., 1966: 67-75*].

Junto aos conquistadores portugueses vieram também os primeiros indivíduos de raça negra procedentes da África os quais somados aos indígenas autóctones ocasionaram uma miscigenação de raças dando origem à população local. Posteriormente, em duas outras ocasiões ocorreram movimentos de imigração significativos: de 1874 a 1876 e de 1886 a 1900. A partir de 1920, a imigração adquire novas conotações [*Governo do Estado de São*

⁷ Enigmático personagem não identificado. A lenda mais antiga da cidade é a que se refere à companheira deste Bacharel, a índia Caniné, filha do Cacique Maratayama, da nação tupi-guarani (Cananéia – 450 anos. *Tribuna do Ribeira*. São Paulo, 12 de agosto de 1981) Caderno Especial. Citado em *Governo do Estado de São Paulo – Secretaria do Meio Ambiente*, 1992, pp. 66.

⁸ Washington Luís, 1980, pp. 66.

Paulo, 1992: 73]. Através destes movimentos imigratórios vieram a se estabelecer na região, em maior ou menor quantidade, pessoas de diversas nacionalidades como japoneses, alemães, austríacos, dinamarqueses, espanhóis, ingleses, italianos, poloneses, portugueses, suecos e até norte-americanos [*Petrone P., 1966: 96-164*]. Paralelamente a isto houve também o estabelecimento de diversas formas de colonização.

Todos estes elementos somados foram criando as particularidades de adaptação e em muitos casos de destruição do meio ambiente. Principalmente a paisagem da sub-região serrana foi mudando com o passar do tempo ficando muito pouco do que havia naqueles primeiros anos. O mesmo não aconteceu com a sub-região litorânea que, devido a suas condições de adaptação menos propícias à sobrevivência humana, não permitiram sua total destruição.

4.3. A eletrificação fotovoltaica no Vale do Ribeira

Com relação à introdução da tecnologia fotovoltaica no Vale do Ribeira, na década de 80, como resultado de um convênio entre a Secretaria Estadual de Saúde e a Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP), foram realizadas instalações em algumas Unidades Básicas de Saúde (UBS) visando a melhor cobertura e qualidade do atendimento. Essas unidades desde há algum tempo vinham utilizando refrigeradores a GLP para conservação de vacinas, soros antiofídicos etc. mas, devido aos problemas relacionados com o uso desse combustível, foram substituídos por refrigeradores de corrente contínua de 120 litros cuja energia elétrica provém de módulos fotovoltaicos. Estas instalações estavam conformadas por 4 módulos, cada um de 37 Wp, e baterias automotivas com capacidade de 135 Ah/100horas. Além do sistema de refrigeração se dispunha também da iluminação por meio de três lâmpadas fluorescentes de 15W/12V e, no caso da UBS de Marujá, um sistema de radiocomunicação de 45 W [*CESP, 1990*], [*Sato E.M. et al., 1995a*]. Na tabela 4.1. estão relacionados alguns dados dessas instalações e a figura 4.4. ilustra a instalação da UBS de Marujá.

Tabela 4.1. Unidades Básicas de Saúde atendidas com sistemas fotovoltaicos – Convênio CESP / Secretaria da Saúde.

| Posto | Município | Data de instalação | Nº de pessoas atendidas | Serviço |
|--------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|--|
| Marujá | Cananéia (Ilha do Cardoso) | 07/10/85 | 1.050 | Refrigeração, Iluminação e comunicação |
| Pedrinhas | Cananéia | 05/11/86 | 900 | Refrigeração e iluminação |
| Pilões | Iporanga | 06/05/87 | 560 | Idem |
| Praia Grande | Iporanga | 29/12/87 | 816 | Idem |
| Indaiatuba | Barra do Turvo | 21/04/88 | 1.100 | Idem |
| Paraíso | Barra do Turvo | 05/05/88 | 1.150 | Idem |
| Santa Maria | Cananéia | 25/07/89 | 450 | Idem |

Fonte: Daniek A.C. et al., 1993.



Figura 4.4. Aspecto da UBS de Marujá na Ilha do Cardoso.

Posteriormente, a partir de 1991, a CESP e a Secretaria do Estado do Meio Ambiente – Instituto Florestal (SEMA-IF) passaram a estudar a forma de eletrificar com sistemas fotovoltaicos algumas Unidades de Preservação do Estado (parques estaduais, estações ecológicas etc.). A opção fotovoltaica era a mais conveniente devido a que se tinha o interesse de proteger essas áreas da ação de agentes estranhos à estabilidade ecológica, foi assim que decidiu-se que a primeira unidade de preservação a ser atendida seria a Estação Ecológica Juréia-Itatins [Daniek A.C. et al., 1993].

Na tabela 4.2. se encontra indicada a configuração desses sistemas e na figura 4.5. se pode observar o aspecto de uma instalação.

Tabela 4.2. Sistemas instalados na Estação Ecológica Juréia-Itatins.

| LOCAL | ATIVIDADE | NÚMERO DE EQUIPAMENTOS | | | | | |
|-------------|-----------------------|------------------------|----|----|----|------|----|
| | | M | B | G | L | C.C. | R |
| Paranapuã | Escola | 02 | 02 | -- | 06 | 01 | -- |
| Guarauzinho | Abrigo/Posto fiscal | 17 | 12 | 02 | 09 | 05 | 01 |
| | Alojamento | 11 | 08 | 01 | 15 | 03 | 01 |
| Rio Verde | Laboratório | 08 | 06 | 01 | 02 | 02 | -- |
| | Casa moradia | 09 | 07 | 01 | 07 | 02 | -- |
| | Casa do vigia | 02 | 02 | -- | 05 | 01 | -- |
| Grajaúna | Alojamento/Base | 16 | 12 | 02 | 04 | 05 | 01 |
| Barreirinho | Posto de fiscalização | 02 | 02 | -- | -- | 01 | 01 |
| Cachoeira | Escola | 02 | 02 | -- | 06 | 01 | -- |
| Guilherme | Centro comunitário | 10 | 07 | 01 | 04 | 03 | 01 |

M: Módulos de 48 Wp

L : N° de pontos de luz (9W/12V)

B: Baterias seladas de 150 Ah

C.C.: Controladores de carga (12V/12A)

G: Geladeira 140 litros

R : Rádio VHF 8.5A transmissão

0.5A recepção

[Fonte: *Daniek A.C. et al, 1993*]



Figura 4.5. Aspecto da Estação Ecológica Juréia-Itatins.

Também, em 1997 a CESP através de sua Diretoria de Distribuição, desenvolveu um programa de eletrificação de consumidores de baixa renda por meio de sistemas fotovoltaicos. O programa foi denominado ECOWATT e sua implantação ocorreu de forma

mais ampla na Ilha do Cardoso (comunidades de Marujá, Pontal do Leste, Enseada da Baleia, Canal do Ararapira, Itacuruçá e Perequê). Houve um processo de licitação conduzido pela CESP sendo o vencedor a Empresa SIEMENS S/A que propôs para cada usuário uma instalação fotovoltaica com as seguintes características [Almeida Prado & Pereira, 1998]:

- 2 módulos fotovoltaicos de 70 Wp,
- 2 baterias seladas de 12V/54Ah,
- 1 caixa lacrável para abrigo das baterias,
- 1 controlador de carga,
- 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 9 W,
- Reatores, luminárias, tomadas e a instalação elétrica na casa dos usuários.

O Programa ECOWATT foi o primeiro programa comercial com energia solar fotovoltaica do Brasil não subsidiado que implantou nos municípios de Cananéia, Iguape e Iporanga um total de 120 instalações fotovoltaicas [Zilles R. et al., 1997a]. A CESP considerou uma taxa interna de retorno de 10% com um tempo de vida útil dos módulos de 20 anos e reposição das baterias a cada 4 anos. Através dessas considerações foi calculada uma tarifa mensal de aproximadamente R\$ 13,50 regulamentada por meio de um contrato entre a companhia e cada usuário. A manutenção e troca de baterias, a cada 4 anos, ficou a cargo da CESP [Almeida Prado & Pereira, 1998]. Na tabela 4.3. se indica a configuração e a quantidade total de equipamentos deste programa. Na figura 4.6. se pode observar uma das instalações do projeto.

Tabela 4.3. Configuração de cada sistema e potência total instalada através do programa ECOWATT.

| | Sistema individual | | Quantidade total considerando as 120 instalações | |
|------------------------|--------------------|----------|--|------------------|
| | Configuração | Total | Total módulos e baterias | Quantidade total |
| Módulos | 2 x 70 Wp | 140 Wp | 240 x 70 Wp | 16.800 Wp |
| Baterias | 2 x 54 Ah | 108 Ah | 240 x 54 Ah | 12.960 Ah |
| Controladores | | 1 x 20 A | | 120 unidades |
| Lâmpadas fluorescentes | | 2 x 9 W | | 240 unidades |



Figura 4.6. Instalação fotovoltaica do programa ECOWATT.

Embora a Companhia Energética do Estado de São Paulo tenha desenvolvido esses projetos e feito um grande investimento, o tempo demonstrou que além de outras questões relacionadas com a implantação dos sistemas fotovoltaicos “nenhuma das instalações recebeu muita atenção por parte da concessionária. Não se preocupou pela implementação de um programa em grande escala, assim os cuidados técnicos não foram tomados em conta, comprometendo de maneira geral, o funcionamento do sistema”. [Sato E. et al., 1995b].

Adicionalmente, a partir de 1991, a CESP desenvolveu um projeto para os Parques Estaduais do Litoral Paulista, conhecido como Programa Eldorado, em conjunto com a Secretaria do Meio Ambiente – Instituto Florestal, tendo o apoio financeiro da Alemanha Federal através de GTZ (*Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*). O projeto visava levar eletricidade a pontos vitais e estratégicos para a consolidação dos Parques Estaduais Picinguaba, Ilha Anchieta, Ilha Bela e, no Vale do Ribeira, os Parques de Jacupiranga e Ilha do Cardoso [CESP, 1997].

De acordo com o previsto no projeto original, as configurações contempladas para as instalações fotovoltaicas a serem feitas no Vale do Ribeira, foram segundo como se indica na tabela 4.4.

Tabela 4.4. Características dos sistemas previstos pelo Projeto Eldorado.

| Qde. | Tipo de serviço | Gerador fotovoltaico | | Banco de baterias | | Nº de luminárias | Nº de tomadas | Nº de inversores | Tensão |
|------------------------------|---|----------------------|------------|-------------------|------------|------------------|---------------|------------------|---------------------|
| | | Unitário (Wp) | Total (Wp) | Unitário (Ah) | Total (Ah) | | | | |
| ILHA DO CARDOSO | | | | | | | | | |
| 26 | Sistemas de iluminação de apartamentos, escritórios e dormitórios | 212 | 5.512 | 200 | 5.200 | 06 | 03 | 01 | 230 V _{AC} |
| 06 | Sistemas de iluminação de ruas, museu e escola | 53 | 318 | 100 | 600 | 03 | ----- | ----- | 12 V _{DC} |
| 02 | Sistemas de iluminação para hall e sala de reuniões | 212 | 424 | 200 | 400 | 06 | 03 | 01 | 230 V _{AC} |
| 02 | Sistemas de iluminação e fornecimento em AC para os guardas | 212 | 424 | 200 | 400 | 06 | 03 | 01 | 230 V _{AC} |
| 01 | Sistema de iluminação exterior | | 212 | | 200 | 06 | 02 | ----- | 24 V _{DC} |
| 01 | Sistema de iluminação e fornecimento em AC | | 1.590 | | 1.000 | 57 | 15 | 05 | 230 V _{AC} |
| 01 | Sistema de bombeamento de 20m ³ /dia e altura dinâmica de 25 m | | 1.908 | | | | | | |
| TOTAL | | | 10.388 | | 7.800 | 84 | 26 | 8 | |
| PARQUE DO JACUPIRANGA | | | | | | | | | |
| 01 | Sistema de eletrificação da escola de Conchas | | 424 | | 540 | 06 | 03 | 01 | 230 V _{AC} |
| 01 | Sistema de eletrificação da escola de Bela Vista | | 424 | | 540 | 06 | 03 | 01 | 230 V _{AC} |
| TOTAL | | | 848 | | 1.080 | 12 | 6 | 2 | |

Fonte: Contrato entre a CESP e a empresa SIEMENS

No caso da Ilha do Cardoso, estas instalações estão dirigidas basicamente para proporcionar energia elétrica ao denominado “Núcleo Perequê” (conhecido também como “Núcleo do Pereirinha”), constituído por diversas edificações para laboratórios de pesquisa, tanques de cultivos para fauna marinha, auditório para conferências e seminários, alojamentos com refeitório, cozinha e gabinetes de estudo.

Vale ressaltar que, na atualidade, o fornecimento de energia elétrica desse núcleo vem sendo feito através do uso de geradores Diesel durante algumas horas da noite, tensão 110 V_{AC}. Em 1999 foram realizadas as instalações fotovoltaicas nesse núcleo, sendo sua utilização o dia todo mas com tensão de 220 V_{AC}. A configuração final dos sistemas

fotovoltaicos é mostrado na tabela 4.5. e, na figura 4.7., se pode observar uma das instalações.

Tabela 4.5. Características das instalações do “Núcleo Perequê” na Ilha do Cardoso.

| | Módulos fotovoltaicos | | Baterias | | Lâmpadas fluorescentes | | Tomadas 220 V _{AC} | |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|----------|-----------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|
| | Qde. | Potência total (Wp) | Qde. | Capacidade total (Ah) | Qde. | Consumo* (Wh/dia) | Qde. | Consumo (Wh/dia) |
| Laboratório Central | 36 | 1.980 | 36 | 3.780 | 74 | 2.442 | 13 ^(a) | 2.080 |
| Diretoria | 8 | 440 | 8 | 840 | 17 | 561 | 2 ^(b) | 320 |
| Administração | 10 | 550 | 10 | 550 | 16 | 528 | 3 ^(b) | 480 |
| Alojamento - refeitório | 32 | 1.760 | 32 | 3.360 | 62 | 2.046 | 18 ^(a) | 1.440 |
| Residência tipo I | 36 | 1.980 | 36 | 3.780 | 48 | 1.584 | 18 ^(a) | 1.440 |
| Residência tipo II | 36 | 1.980 | 36 | 3.780 | 72 | 2.376 | ----- | ----- |
| Laboratório cultivo | 4 | 220 | 4 | 420 | 12 | 396 | 72 | 7.200 |
| TOTAL | 162 | 8.910 | 162 | 16.510 | 301 | 9.933 | | |

* 3 horas/dia

(a) Para uso de eletrodomésticos

(b) para uso de TV-Vídeo e eletrodomésticos

[Fonte: CESP, 1997]



Figura 4.7. Instalação fotovoltaica do “Núcleo Perequê”.

Por outro lado, o Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP) através do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos (LSF), desde 1994 vem

trabalhando no desenvolvimento de alguns projetos piloto de eletrificação devido à enorme carência energética das comunidades rurais da zona. Além disso, por causa das peculiares condições ecológicas e ambientais que a região apresenta, existe um grande potencial para o desenvolvimento de projetos e pesquisas relacionadas com a eletrificação rural fotovoltaica.

Na seguinte seção serão descritas as características desses projetos e os mecanismos de gestão utilizados para efeitos de introduzir a tecnologia e conseguir sua eletrificação e sustentabilidade.

4.4. Descrição dos sistemas fotovoltaicos e das comunidades onde se realizou a pesquisa

As comunidades rurais onde foram instalados os medidores de Ah pertencem aos municípios de Ilha Comprida e Cananéia. Estas comunidades mostram perfis sociais, econômicos e culturais diferentes e, por causa de seu total isolamento, carecem do serviço de eletricidade através da rede elétrica convencional. Por tais motivos, a eletrificação fotovoltaica representa uma ótima alternativa energética. Para efeitos de entender a problemática relacionada com o consumo energético destas comunidades, se faz necessário conhecer também a realidade de cada uma delas, portanto, a seguir se fará uma descrição sucinta das mesmas, incluindo as principais características das instalações fotovoltaicas.

4.4.1. A comunidade de Varadouro

A comunidade de Varadouro (ou Araçapeba), pertence ao município de Cananéia e está localizada na parte continental do complexo estuarino-lagunar. Em abril de 1997 o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do IEE/USP instalou 8 sistemas fotovoltaicos, uma escola e 7 moradias e nesta etapa se contou com a participação dos futuros usuários, seja através do transporte dos materiais, na colocação de postes e suportes, na montagem do sistema ou na construção dos abrigos para baterias. Para implantar a eletrificação, previamente se teve que organizar uma Associação de Moradores. Os sistemas foram

comprados e doados à comunidade graças aos fundos proporcionados pela Cooperação Espanhola. Para efeitos da sustentabilidade do projeto, os moradores aportam mensalmente uma quantidade de R\$ 5,00, valor equivalente ao gasto que tinham com a compra de velas e querosene⁹. Este fundo, depositado em uma conta bancária aberta em Cananéia, é utilizado para compra de baterias, lâmpadas e acessórios. Além disso, todos os moradores foram capacitados para realização de tarefas simples de manutenção. Na tabela 4.6. estão indicadas as características gerais de cada um dos sistemas fotovoltaicos monitorados com os medidores de Ah e as cargas de cada uma das famílias. Na figura 4.8. pode-se observar uma moradia e o gerador fotovoltaico.

Tabela 4.6. Características das instalações monitoradas na comunidade de Varadouro.

| | Família 1 | Família 2 | Família 3 | Família 4 | Família 5 | Família 6 | Família 7 |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Gerador (Wp) | 70 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Bateria (Ah) | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| Lâmpadas Fluorescentes | 2 × 20 W 1 × 15 W | 1 × 20 W 2 × 15 W | 2 × 20 W 1 × 15 W | 1 × 20 W 2 × 15 W | 1 × 20 W 2 × 15 W | 2 × 20 W 1 × 15 W | 1 × 20 W 2 × 15 W |
| Lâmpadas incandescentes | 1 × 2 W | 1 × 2 W | 1 × 2 W | 1 × 2 W | 1 × 2 W | 1 × 2 W | 1 × 2 W |
| Rádio | 15 W | 10 W | 10 W | 10 W | 10W | ----- | 6 W |



Figura 4.8. Moradia, família e gerador fotovoltaico da comunidade de Varadouro.

⁹ Na atualidade continuam utilizando velas e querosene, mas em menor quantidade, principalmente na iluminação das áreas não eletrificadas (ranchos, pátios, etc.) e no deslocamento noturno pelas trilhas que comunicam as casas.

Varadouro é uma comunidade totalmente isolada e dispersa constituída basicamente por extrativistas de recursos florestais e artesãos. O único meio de transporte para ter acesso ao denominado porto de Barranco Alto, de onde parte o caminho até o vilarejo, é a navegação através do canal de Ariri. Deste porto até o vilarejo tem-se que caminhar uma distância de aproximadamente 6 km por um caminho de terra que os moradores tentam conservar pondo tocos de árvores em alguns trechos. Devido à umidade da zona e o alto grau de pluviosidade, este caminho geralmente se encontra alagado e lamacento. Cabe considerar que os moradores de Varadouro são ótimos canoeiros e utilizam suas próprias canoas para poder chegar até Ariri que é o centro urbano mais próximo e de onde podem trasladar-se a Cananéia ou qualquer outro lugar.

Em 1967 em Varadouro havia 32 residências e em Ariri 33 [*Pereira de Queiroz, 1969: 146*]. Na atualidade Varadouro conta com somente 7 moradias, o que demonstra um êxodo muito grande nestes últimos anos. Segundo depoimento de uma das moradoras mais antigas¹⁰, no passado Varadouro compreendia uma região muito mais ampla. Quase todas as famílias eram de agricultores, tinham muitas roças e principalmente plantavam arroz. Praticavam os mutirões para puxar as canoas construídas no meio do mato, nas roçadas e em geral nas atividades que precisavam da ajuda mútua. O organizador do mutirão se encarregava de alimentar as pessoas e, ao final do trabalho, todos participavam do fandango¹¹. Inclusive no atual Barranco Alto, onde atualmente só existe mato, haviam 6 famílias.

Segundo a moradora, uma das causas para o abandono das terras foi a pressão violenta que os moradores sofreram por parte de uma companhia mineradora, assim, eles foram vendendo as terras ou simplesmente deixando-as. O pai dela não aceitou as condições impostas por essa companhia e teimosamente ficou em seu lugar (sítio de Araçapeba) que seria o atual Varadouro.

¹⁰ Dona Prascindina Mateus, em depoimento realizado no dia 5/10/1999. Esta senhora é o tronco principal da comunidade, quase todos os moradores são seus parentes e, segundo ela, o lugar do atual Varadouro na realidade era o sítio de Araçapeba, que pertencia ao antigo povoado que ficava 2 km para frente.

¹¹ O fandango é uma festa típica dos caboclos e pescadores da faixa litorânea principalmente do Estado do Paraná. O instrumento principal utilizado para animar a festa é a rabeca e as pessoas dançam vários ritmos regionais, denominadas marcas do Fandango [*Corrêa de Azevedo F., 1978*].

Uma das formas de sobrevivência da população remanescente é a extração de palmito que é vendido de maneira clandestina em Ariri. Varadouro sofre assim as conseqüências da Legislação de Proteção Ambiental, que muitas vezes não leva em conta a existência desde tempos remotos de populações tradicionais nessas áreas. *“Na maioria das vezes, essas leis restringem o exercício das atividades tradicionais de extrativismo, caça e pesca dentro das áreas protegidas”* [Diegues A.C., 1998: 11-12]. Além dessa atividade, alguns moradores se dedicam à agricultura de subsistência em suas pequenas lavouras de arroz, feijão, mandioca, bananas e outros produtos. Outros, realizam atividades relacionadas com o artesanato em madeira e alguns dependem da renda que provém de pensões e aposentadorias. A pesca e a extração de ostras não fazem parte das atividades desta comunidade devido se encontrar muito afastada de locais propícios à sua execução. Em resumo, Varadouro é uma comunidade com características de agricultores, artesãos e extrativistas de recursos florestais.

4.4.2 A comunidade de Retiro

A comunidade de Retiro pertence também ao município de Cananéia e está localizada na parte continental do complexo. De forma parecida a Varadouro para efeitos de implantação da tecnologia fotovoltaica, o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do IEE/USP, em setembro de 1995, instalou um sistema de iluminação na Escola Estadual de 1º Grau do bairro. O projeto foi desenvolvido pelo IEE e o Instituto de Energia Solar da Universidade Politécnica de Madri a um custo estimado de R\$ 950,00 [Mengel R., 1995]. Na atualidade, a escola conta também com um sistema de bombeamento solar.

Posteriormente, a comunidade de Retiro se organizou através de uma Associação de Moradores e, com o apoio da Cooperação Espanhola, foram instalados 6 sistemas nas moradias dos associados. Na instalação se contou também com a participação dos moradores nas diversas etapas da montagem e nas reuniões de capacitação para realizar a manutenção dos sistemas. De forma idêntica ao mecanismo adotado em Varadouro, cada

família contribui com uma taxa mensal de R\$ 5,00 para manter uma conta bancária para fins de reposição de baterias, lâmpadas e acessórios.

Os medidores de Ah foram instalados em duas residências dessa comunidade. Na tabela 4.7. estão indicadas as características gerais dos sistemas monitorados com estes medidores. Na figura 4.9. pode-se observar uma moradia, uma família e um dos geradores fotovoltaicos da comunidade.

Tabela 4.7. Características das instalações monitoradas na comunidade de Retiro.

| | Família 8 | Família 9 |
|-------------------------|----------------------|----------------------|
| Gerador (Wp) | 48 | 48 |
| Bateria (Ah) | 135 | 135 |
| Lâmpadas Fluorescentes | 1 × 20 W 2 × 15 W | 1 × 20 W 1 × 15 W |
| Lâmpadas Incandescentes | 1 × 2 W | 1 × 2 W |
| Rádio | 10 W | ----- |



Figura 4.9. Moradia, família e gerador fotovoltaico da comunidade de Retiro.

Vale mencionar que a razão pela qual nas comunidades de Varadouro e Retiro foram instaladas lâmpadas incandescentes de 2 W, é que se tentou respeitar o costume ancestral dos moradores de deixar uma lamparina acesa durante a noite. Esta luz lhes proporciona

uma atmosfera de calidez e segurança. Desejou-se também preservar os hábitos culturais que nem sempre são tomados em conta nos projetos [Zilles & Lorenzo, 1997b].

Retiro também é uma comunidade isolada e dispersa estando conformada principalmente por extrativistas de ostras e pescadores. A localização da comunidade, contrariamente ao caso de Varadouro, permite um acesso mais fácil através da navegação pelo canal. Do desembarcadouro até as casas tem-se que caminhar por trilhas de curto percurso e relativamente bem conservadas.

Em 1967 havia 13 casas em Retiro [Pereira de Queiroz, 1969: 146] o que demonstra que também houve um grande êxodo. Igual ao caso de Varadouro, segundo depoimento de um dos moradores¹², ainda na década de 60 havia muitas famílias na região e se dedicavam principalmente à lavoura. Na realidade, o atual lugar onde ele e os filhos casados moram, chama-se Sítio de Itapanhapina, Retiro era o bairro principal.

Na atualidade as poucas famílias que ainda ficaram no lugar se dedicam a labores relacionados com a pesca artesanal e a extração de ostras nos manguezais da zona. Estes produtos são comercializados em Cananéia, devido ao fácil acesso pelos canais do complexo, o que lhes permite também manter um maior contato com a cidade e inclusive adquirir produtos alimentícios vendidos nas lojas. São ótimos pescadores e dominam as ancestrais técnicas de pesca, além de ter assimilado algumas inovações como redes de nylon e motores a Diesel e gasolina, no entanto, aparentemente abandonaram as atividades relacionadas com a agricultura e não se vê roças nem pomares.

4.4.3. A comunidade de Sítio Artur

A comunidade de Sítio Artur se encontra localizada no município de Ilha Comprida. Em abril de 1998 a prefeitura desse município decidiu eletrificar esta comunidade com sistemas fotovoltaicos, tendo solicitado o apoio do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do

¹² Seu Benedito, em depoimento realizado no dia 6/10/1999. Ele representa a memória viva do lugar, conhece amplamente a zona e é um excelente narrador.

IEE/USP. A prefeitura doou o sistema de geração e as lâmpadas. Os moradores participaram com a compra das baterias e colaboraram na montagem dos sistemas. A responsabilidade pela manutenção e reposição de equipamentos ficou a cargo dos moradores. Eles não constituíram nenhuma associação nem estão organizados para conformar um fundo rotatório, em consequência, a responsabilidade pela sustentabilidade ficou por conta de cada um. Em Sítio Artur existem 5 moradias eletrificadas através de sistemas fotovoltaicos. Na tabela 4.8. estão indicadas as características gerais dos sistemas monitorados através dos medidores de Ah e das cargas de cada moradia. Na figura 4.10. observa-se uma moradia e a instalação fotovoltaica.

Tabela 4.8. Características das instalações monitoradas na comunidade de Sítio Artur.

| | Família 10* | Família 11 | Família 12 | Família 13 | Família 14 |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Gerador (Wp) | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Bateria (Ah) | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| Lâmpadas Fluorescentes | 2 × 20 W 2 × 15 W | 2 × 20 W 2 × 15 W | 2 × 20 W 2 × 15 W | 2 × 20 W 2 × 15 W | 2 × 20 W 1 × 15 W |
| TV P/B | 15 W (DC) | 15 W (DC) | ----- | ----- | 15 W (DC) |
| Receptor Parabólico | 18 W (AC) | 18 W (DC) | ----- | ----- | 18 W (DC) |
| Aparelho de som | 15 W (AC) | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Ventilador | 20 W (AC) | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Rádio- transmissor | ----- | Trans. 20 W Recep. 8 W | ----- | 6 W | ----- |

*Possui um inversor DC/AC de 75 W.



Figura 4.10. Moradia, gerador fotovoltaico e habitante da comunidade de Sítio Artur.

A comunidade de Sítio Artur anteriormente conhecida como Barra do Subaúma está localizada na margem interna da Ilha Comprida entre Ubatuba ao sul, Vila Nova ao norte e de frente ao denominado Mar Pequeno. Segundo o depoimento de um dos moradores mais antigos do lugar¹³, a comunidade também se chamava Tombo das Águas, depois Sítio das Nogueiras e posteriormente Sítio dos Ramos. Atualmente denomina-se Sítio Artur em referência ao morador mais antigo, o qual mantém um bar muito popular entre os pescadores da região. O acesso a esta comunidade pode ser feito por barco a partir do ancoradouro de Subaúma ou inclusive desde Iguape ou Cananéia.

Em comparação às comunidades descritas anteriormente, a qualidade das moradias de Sítio Artur reflete uma grande influência urbana e quase não fica mais nada do tradicional modo de vida caiçara, embora permaneçam alguns costumes, principalmente relacionados com a pesca. Seu Artur contou que no passado os moradores do lugar se dedicavam principalmente à lavoura de mandioca e outros produtos vegetais para sua própria alimentação. Hoje em dia a comunidade está composta basicamente por pescadores que além dessa atividade, realizam trabalhos relacionados com o turismo e a pesca esportiva (venda de iscas) e, por tal razão, eles têm um maior contato com a zona urbana da região (Iguape e Subaúma) das quais dependem praticamente em tudo.

Além do depoimento de Seu Artur, segundo Ribaric (1997), *“as origens desta vila remontam há pelo menos quatro gerações. Vieram para cá em busca de terra para plantar. A pesca só ‘recentemente’ tornou-se economicamente relevante. Havia muita lavoura de arroz e mandioca, e principalmente a extração de cal, retirado dos casqueiros (ou conchíferos) da região”*. O autor também menciona que *“da mesma forma que ocorreu com os demais ciclos econômicos regionais, o turismo vem se tornando no principal veículo/agente de comunicação através do qual estas pessoas isoladas em seu rústico cotidiano tomam contato com informações e padrões de comportamento, criando necessidades, acrescentando, acumulando capital cognitivo”*.

¹³ Seu Artur é o mais antigo morador da comunidade, no passado ele chegou a trabalhar na exploração dos casqueiros (sambaquis) de onde obtinham o cal para a construção de casas.

4.4.4. A comunidade de Marujá

A comunidade de Marujá é uma vila turística localizada na ilha do Cardoso que pertence ao município de Cananéia. Como já foi mencionado na seção 4.3., em 1997 a Ilha do Cardoso foi incluída no programa de eletrificação fotovoltaica da Companhia Energética do Estado de São Paulo-CESP, Programa ECOWATT, por meio da instalação de 75 sistemas. No entanto, nem todas as famílias de Marujá se acolheram a este programa, pois algumas optaram pela aquisição direta de seu sistema.

Para efeitos de realizar nossa pesquisa, dois medidores de Ah estão instalados em duas residências eletrificadas através desse programa (famílias 17 e 18). Outro medidor foi instalado em uma residência que não se acolheu ao Programa ECOWATT (família 15). Adicionalmente, o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do IEE/USP em 22/03/1999 instalou um sistema piloto para fins de pesquisa em uma das residências (família 16). Nessa instalação foram colocados três medidores de Ah. A finalidade principal desta instalação é demonstrar a funcionalidade e eficiência da tecnologia fotovoltaica, pois ela tem sofrido um grande desprestígio na região por causa dos erros do programa ECOWATT. Na tabela 4.9. estão indicadas as características gerais dos sistemas fotovoltaicos monitorados através dos medidores de Ah e na figura 4.11. podemos observar uma das instalações dessa comunidade.

Tabela 4.9. Características das instalações monitoradas na comunidade de Marujá.

| | Família 15* | Família 16** | Família 17 | Família 18 |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------|---------------------|
| Forma de aquisição | Particular | Projeto piloto | ECOWATT | ECOWATT |
| Gerador (Wp) | 70 | 96 | 140 | 140 |
| Bateria (Ah) | 136 | 190 | 108 | 108 |
| Lâmpadas Fluorescentes | 1 × 15 W 1 × 10 W 1 × 9 W | 2 × 20 W 1 × 15 W 1 × 9 W | 4 × 9 W | 3 × 9 W 1 × 10 W |
| Lâmpadas Incandescentes | ----- | 2 × 2 W | ----- | 1 × 2 W |
| Aparelho de som | ----- | 15 W | 10 W | ----- |
| Ventilador | ----- | 20 W | ----- | ----- |
| Rádio-transmissor | Trans. 20 W Recep. 8 W | ----- | ----- | ----- |

*É uma moradia que, além da família, acolhe turistas.

**Possui um inversor DC/AC de 75 W.



Figura 4.11. Aspecto de uma moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Marujá.

O uso de lâmpadas incandescentes de 2 W nas instalações das famílias 16 e 18 deve-se a razões de poupar energia nos momentos onde não exista a necessidade de maior iluminação, como por exemplo nos momentos de descanso e lazer familiar. Foi observado também que as pessoas gostam desse tipo de luz pela calidez e comodidade que oferecem.

Os moradores desta comunidade, que antigamente era conhecida como Praia do Meio, se caracterizam por suas atividades relacionadas com a exploração do turismo; muitos deles oferecem alojamento e serviços aos turistas que aparecem principalmente nos finais de semana, feriados prolongados e nas férias do verão. Paralelamente realizam também atividades pesqueiras de subsistência. A característica de Marujá dispor tanto de praias de mar aberto como de lagunas de água salobre e manguezais onde a pesca é abundante, além das ótimas condições para o turismo ecológico, fizeram que os moradores tradicionais da vila tenham assimilado de maneira positiva as influências desse turismo.

Como fato importante, os habitantes desta vila fomentam a conservação de seus ancestrais costumes caiçaras tais como o mutirão, o artesanato com palha e madeira, a culinária desenvolvida a partir da mandioca, a farmacopéia e as atividades próprias da pesca com cerco. Segundo Capezzuto (1997) *“a grande parte da população local era anteriormente*

de agricultores-pescadores: a agricultura era a atividade econômica principal, e a pesca, como atividade comercial, era praticada apenas durante a safra da tainha (maio, junho e julho), de resto era para o consumo”. Devido a Ilha do Cardoso constituir um Parque Estadual, hoje em dia para os moradores de Marujá, o turismo aparece como um novo ciclo econômico que vai alternando e/ou coincidindo com a pesca.

Cabe fazer o comentário que Marujá é um excelente lugar para introduzir eficientemente a tecnologia fotovoltaica, em primeiro lugar pela existência de uma organização local com lideranças identificadas com a problemática da comunidade. Em segundo lugar, dada a boa formação escolar e interesse na tecnologia demonstrado por alguns dos moradores. Assim, dadas essas condições favoráveis à sustentabilidade do projeto, ficariam asseguradas tanto a manutenção como a disponibilidade de peças e acessórios. Foi um erro gravíssimo que o projeto original do programa ECOWATT não tenha aproveitado, desde o primeiro momento, estas ótimas condições.

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS SOCIAIS, ECONÔMICAS E CULTURAIS DAS FAMÍLIAS ESTUDADAS

5.1. Introdução

As quatro comunidades pesquisadas, apesar de estarem localizadas no mesmo complexo estuarino-lagunar, demonstram grandes diferenças no uso da energia. Mesmo em cada comunidade, as famílias analisadas têm diferenças marcantes no uso energético, nas aspirações e necessidades. Para analisar sua problemática energética é necessário conhecer cada uma das famílias de maneira individual, tanto nos aspectos da composição familiar (idade, grau de alfabetização, grau de contato com os centros urbanos, renda etc.) como o

tipo de moradia e suas aspirações perante a eletrificação. Além disso, são importantes as atividades que realizam para ganhar seu sustento. Veremos também que estas famílias desenvolvem seu dia-a-dia tendo relação direta com o meio ambiente físico, recebendo dele uma grande influência que se manifesta nas atitudes pessoais e, de maneira geral, em seus padrões comportamentais.

5.2. Características das famílias estudadas¹

5.2.1. Descrição das famílias da comunidade de Varadouro

5.2.1.1. Família 1

Está constituída por um casal cujo chefe tem 49 anos e a esposa 46 anos. Eles tem 6 filhos de 19, 14, 13, 12, 8 e 4 anos e de forma permanente mora junto com eles um homem de 60 anos, o qual é irmão do chefe da família. Estes irmãos, contrariamente à esposa e os filhos, não são nascidos na comunidade e ambos têm como atividade principal a fabricação de peças de artesanato em madeira. Os filhos mais velhos dessa família colaboram na confecção do artesanato. As peças fabricadas por eles são vendidas por atacado em Ariri ou eventualmente em Cananéia. Estas vendas variam durante o ano, mas lhes permitem obter uma renda média de aproximadamente R\$ 500,00 por mês.

Apesar de plantar palmito para ser aproveitado no futuro e a longo prazo e, devido ao grande tempo dedicado ao artesanato, a família não dá muita dedicação à produção de alimentos no local, no entanto, pescam e caçam esporadicamente. Quase todos os produtos alimentícios e combustíveis como o querosene para as lamparinas (empregadas para iluminar as áreas não eletrificadas) e as pilhas para lanternas, são comprados em Ariri. Além disso, como verificado em toda a comunidade, o combustível mais amplamente empregado pela família é a lenha extraída da floresta local, utilizada na cozinha tradicional, embora possuam outra cozinha construída à maneira urbana, inclusive, com fogão a gás.

¹ A maior parte das características sociais, econômicas e culturais das famílias estudadas foram recolhidas ao longo da pesquisa, porém os dados numéricos e sociais foram obtidos através de entrevistas realizadas nos dias 4/10/99 (Sítio Artur e Marujá), 5/10/99 (Varadouro) e 6/10/99 (Retiro).

Esta inovação foi promovida pelo chefe da família, que tem freqüente contato com a zona urbana da região. Entre outros motivos, principalmente pela dificuldade de transportar o gás até a comunidade, na prática esta cozinha teve que ser abandonada em favor da tradicional pois esta é a que se adapta melhor às necessidades da família.

Com relação a este último ponto, nesta comunidade tradicional a cozinha representa o local central das moradias. De forma geral, os dormitórios e o local de recebimento das visitas formam um compartimento separado da cozinha, sendo sua construção de tábuas sobre palafitas ficando um espaço isolante de aproximadamente 50 cm entre o chão de terra. O assoalho é feito de madeira e o teto de telhas de fibrocimento. Já a cozinha está localizada fora deste compartimento e aproveita diretamente o chão de terra batida, as paredes são de pau-a-pique e o teto é feito com palha da palmeira guaricana² encontrada na região. Na figura 5.1 pode-se observar a parte interna de uma destas cozinhas.



Figura 5.1. Aspecto interno de uma cozinha tradicional da comunidade de Varadouro.

É muito importante destacar que esta comunidade é tradicional e mantém até hoje costumes ancestrais, assim por exemplo, os alimentos são preparados aproveitando o fogo que provém de uma fogueira feita ao nível do chão, o que obriga que as panelas sejam

² Guaricana, também denominada guaricanga: planta da família das palmáceas (*geonoma spixiana*). As folhas secas são utilizadas como cobertura de palhoças, ranchos e moradias, geralmente nas zonas rurais da região.

penduradas sobre este fogo por meio de uma corrente amarrada no alto do teto. As pessoas formam uma roda em volta da fogueira e sentam-se quase ao nível do chão, assim, a cozinha representa o centro de socialização familiar onde se conversa e se realizam as refeições.

Além do fogo direto, nesta comunidade se aproveita também a fumaça da quase permanente fogueira. Esta fumaça, além de afugentar os insetos, lhes proporciona um meio para dar consistência e durabilidade ao teto de palha, que absorve a resina liberada pela queima da madeira. Esta resina forma uma capa impermeável à água e evita a presença de insetos que poderiam causar sua prematura deterioração. Segundo os moradores, sem a fumaça o teto dura 6 meses ou um ano e com a fumaça mais de 2 anos.

Além disso, diretamente sobre a fogueira, na parte inferior do teto e a uma altura aproximada de 1.80 m sobre o nível do chão, os moradores instalam uma plataforma feita de paus onde a carne da caça ou os peixes são secados e conservados pelo processo de defumação. Nesta plataforma também é secada a farinha de mandioca e o arroz úmido. Pode-se observar também que nas paredes internas da cozinha, de pau-a-pique, os moradores penduram suas roupas e calçados para secarem quando o clima está nublado e com chuva.

Estas constatações do uso das cozinhas tradicionais nos leva a refletir que, antes de tentar mudar os hábitos ancestrais, se deveria analisar profundamente as implicações dessas mudanças no modo de vida dessas comunidades.

Ainda com relação a esta família, constatamos que não aspiram por um ferro elétrico pois conhecem as limitações de seu sistema, no entanto, gostariam de dispor de um ferro de passar roupa a carvão. Foi verificado também que como consequência de suas atividades econômicas serem exercidas dentro da casa, ouvem muito o rádio e empregam a iluminação com fins produtivos durante a noite. Também, como forma de melhorar sua produtividade no artesanato, o chefe desta família gostaria possuir algumas máquinas elétricas como lixadeiras, furadeiras e outras ferramentas.

5.2.1.2. Família 2

Formada por uma mulher de aproximadamente 60 anos, viúva, que mora com 4 filhos de 25, 19, 14 e 11 anos. A renda principal da família é uma pensão mensal de R\$ 136,00 que recebem do sistema de Previdência Social, dispõem também mensalmente de uma cesta básica³. Eventualmente, os filhos mais velhos se dedicam à extração de palmito, o qual é comercializado em Ariri. Além disso, plantam arroz, mandioca, milho e outros produtos, mas somente para seu próprio uso. Os produtos alimentícios adicionais e combustíveis como o querosene para lamparina, são comprados também em Ariri ou Cananéia. A família dispõe de um fogão a gás de 2 bocas que raramente é utilizado. De forma idêntica ao caso anterior, o combustível mais empregado é a lenha, sendo que a disposição da cozinha e do resto da casa está de acordo com os costumes locais descritos anteriormente. Foi observado que possuem um compartimento adicional onde está instalado o “tráfico”⁴ para produzir farinha de mandioca. Alguns detalhes deste sistema podem ser observados na figura 5.2.



Figura 5.2. Etapa do processo de fabricação de farinha de mandioca utilizando o tradicional “tráfico”.

³ A cesta básica é composta por alimentos que a prefeitura local entrega às famílias mais necessitadas. Geralmente incluem uma pequena cota de produtos populares (feijão, arroz, óleo e fubá).

⁴ Sistema tradicional de preparação da farinha de mandioca que consta de uma máquina manual de ralar, uma prensa de madeira onde colocam uma espécie de cesto que faz as vezes de coador, chamado tipiti, por meio do qual se extrai a calda tóxica da mandioca ralada (tucupi), e de um forno a lenha circular em cuja parte superior fica uma bacia de cobre onde é torrada a farinha que fica pronta para seu consumo.

Com relação às aspirações da dona da casa, ela conhece as limitações de seu sistema, no entanto, gostaria de ter um ferro de passar roupa a carvão e contou que, para passar a roupa, algumas vezes o faz utilizando uma chaleira aquecida pela água quente fervida no fogão a gás. Foi constatado também que a dona da casa, apesar de dispor de um rádio ligado ao sistema fotovoltaico, e segundo ela como forma de evitar o excessivo gasto da energia fotovoltaica, obriga os filhos usarem o outro rádio, que funciona com pilhas.

5.2.1.3. Família 3

Esta família está composta por uma mulher de aproximadamente 75 anos morando com duas filhas de 40 e 35 anos e uma neta de 4 anos. A moradia segue o padrão local, tanto nos dormitórios construídos sobre palafitas com teto de telhas de fibrocimento como na cozinha com chão de terra batida e teto de palha. Dispõem também do compartimento próprio para preparar farinha de mandioca. A família planta arroz, milho, mandioca e outros produtos para seu consumo, eventualmente pescam. Sua renda provém de uma pensão mensal de R\$ 136,00 paga pelo sistema da Previdência Social e também recebem mensalmente uma cesta básica. Seus complementos alimentares são adquiridos tanto em Ariri como em Cananéia. Vale ressaltar que, devido à dona de casa representar o tronco principal desta comunidade, onde de alguma forma todos os habitantes estão aparentados com ela, seja por serem irmãos, filhos, genros, noras ou netos, a casa com frequência recebe muitos visitantes.

De forma idêntica aos casos anteriores, o combustível mais empregado por esta família é a lenha, mas também utilizam querosene para lamparinas e velas. Não dispõem de fogão a gás e portanto não empregam este combustível. Adicionalmente, a família possui uma máquina de costurar mecânica e gostariam de ter um ferro de passar roupa a carvão, ouvem rádio e mencionaram que esporadicamente assistem televisão em Ariri e desejam ter no futuro sua própria televisão.

5.2.1.4. Família 4

Está constituída por um homem de 42 anos e a esposa, aproximadamente da mesma idade, sem filhos. A renda da família está composta por uma pensão mensal de R\$ 136,00 que a

mulher recebe do sistema da Previdência Social e pelos ganhos que o marido obtém da venda de artesanatos de madeira ou palha vendidos por atacado em Ariri, principalmente no verão. Além disso ele realiza, eventualmente, outros trabalhos que lhe permite obter uma renda adicional média mensal de R\$ 150,00. Recebem cesta básica e plantam arroz, banana, milho, café e outros produtos para seu próprio uso. Esporadicamente pescam. Seu complemento alimentar é adquirido tanto em Ariri como em Cananéia. Devido ao mal estar que ele sente para carregar os fardos de palmito, não se dedica a esta atividade extrativista.

O chefe desta família trabalhou no Porto de Paranaguá e mantém contato freqüente com as áreas urbanas da região. Os dormitórios e a habitação para as visitas estão construídos como nas outras moradias, mas no caso da cozinha existe uma inovação. Ele mantém um compartimento construído com pau-a-pique e teto de palha mas com chão de cimento e o utiliza como uma espécie de sala de estar. Ao lado deste compartimento se encontra a cozinha tradicional com chão de terra batida com fogão a lenha. Este fogão está construído no alto para maior comodidade e com uma plataforma de ferro para apoiar as panelas, assim, desta forma deixaram de pendurar as panelas por meio de uma corrente como nos outros casos. Adicionalmente, dispõem de uma habitação que faz as vezes de uma oficina onde o homem constrói canoas e fabrica as peças de artesanato.

Como foi mencionado, o combustível que empregam é a lenha mas também utilizam querosene para lamparinas, velas e lanternas a pilhas para iluminar áreas não eletrificadas. Não utilizam gás nem dispõem de ferro de passar a carvão.

O chefe desta família aparenta ser muito empreendedor, assim por exemplo, construiu uma canoa utilizando as técnicas tradicionais mas com motor dentro de borda, com isto pretende comercializar sua produção de bananas diretamente no mercado mais próximo onde por uma dúzia pagam até 1 real. Deseja evitar com isso as trocas que atualmente são obrigados a fazer; isto é, 40 dúzias de bananas por 10 kg de peixe seco. Pretende também transportar a produção dos outros moradores.

5.2.1.5. Família 5

Família formada por um casal onde o homem tem 42 anos e a esposa 30 anos. O casal tem uma filha de 4 anos e um filho de 1 ano. Sua renda principal é uma pensão mensal do esposo de R\$ 136,00 paga pelo sistema da Previdência Social e, por tal razão, a cada mês tem que se deslocar até a cidade de Cananéia e, por motivos de saúde, a cada 4 meses viaja até a cidade de Registro. Recebem mensalmente uma cesta básica e de forma adicional plantam arroz, mandioca, bananas, milho e outros produtos. Além de preparar farinha de mandioca, também, eventualmente pescam no rio que fica perto do lugar. Criam galinhas e o resto do seu complemento alimentar é adquirido tanto em Ariri como em Cananéia. Contou que esporadicamente, também, trocam bananas por peixes das comunidades de pescadores da região sendo que a relação de troca é de 40 dúzias de bananas por 10 kg de peixe seco.

A moradia segue os moldes tradicionais da comunidade sem nenhuma inovação. O principal combustível também é a lenha e como nos anteriores casos continuam empregando querosene, velas e pilhas mas somente como respaldo no caso de eventuais falhas do sistema fotovoltaico, ou para iluminar as áreas não eletrificadas ou para se locomover pela noite até as outras moradias. Não tem ferro de passar a carvão mas gostariam de tê-lo. Demostram uma grande satisfação por dispor de iluminação fluorescente e da energia elétrica para iluminar sua residência e ouvir rádio.

5.2.1.6. Família 6

Está constituída por uma mulher de 35 anos, viúva, com 5 filhos de 12, 11, 9, 5 e 2 anos. Sua principal renda é uma pensão mensal de R\$ 136,00 paga pelo sistema da Previdência Social, recebe também uma cesta básica mensal. Planta pouco e seu complemento alimentar é adquirido em Ariri. O filho mais velho tem problema nos olhos e por tal motivo, por enquanto, não pode contribuir na renda familiar. A moradia é a mais simples de todas, conserva o jeito tradicional de construir predominando o pau-a-pique, sendo a única casa que tem teto de folhas de guaricana na sua totalidade. Não usam gás e o combustível

principal é a lenha e, pelos mesmos motivos dos outros moradores da comunidade, também continuam utilizando querosene e velas. Aparentemente, a vida desta família é muito difícil, por tal motivo a dona de casa tem manifestado o desejo de abandonar o lugar e ir embora para Ariri. Em dezembro de 1999 deixaram a comunidade havendo-se estabelecido nessa cidade.

5.2.1.7. Família 7

Está conformada por um homem solteiro de 45 anos que permanece pouco tempo em casa. A atividade principal desta pessoa é o extrativismo de palmito. Esta atividade requer muito esforço físico, conhecimento da área e do sistema de comercialização. Por tal motivo sua renda varia de acordo com a época do ano, numa média de R\$ 150,00 por mês. Não recebe cesta básica nem pensão por aposentadoria. Mantém uma pequena roça com arroz, milho e outros produtos e quase não cozinha porque geralmente se alimenta na casa da irmã (família 3). Ele teve, no passado, muito contato com as áreas urbanas da região pois trabalhou como estivador no porto de Paranaguá. Ainda hoje continua mantendo esse contato urbano por meio de suas constantes viagens até Ariri. Ele também exerce a função de eletricitista solar da comunidade nas questões mais simples e corriqueiras dos sistemas fotovoltaicos.

Sua moradia mantém as características arquitetônicas da comunidade, mas de forma parecida ao caso da família 4 onde mora seu irmão, inovou a cozinha construindo-a com chão de cimento e teto de palha e utilizando-a como uma espécie de sala de estar, sendo que o lado desta fica a cozinha tradicional com chão de terra batida e fogão a lenha ao nível do solo, como no caso das outras cozinhas. O combustível principal desta pessoa é a lenha e também continua utilizando querosene para uma lamparina, com a qual ilumina as áreas não eletrificadas. Emprega também velas para improvisar uma espécie de lanterna manual por meio de uma lata de óleo onde fazem uma janela frontal de cujo recorte levantam uma alça. Na parte interna colocam uma vela. Os moradores se deslocam iluminando as trilhas com ajuda destas “lanternas a vela”. Na figura 5.3. pode-se observar uma destas lanternas. Adicionalmente, este homem emprega também lanterna a pilha e não usa gás.



Figura 5.3. Lanterna a vela utilizada nas comunidades rurais.

É importante destacar que a casa desta pessoa representa uma espécie de centro de reunião freqüentada pelos sobrinhos e jovens do lugar. Foi aqui que verificamos um dilema vivido por estes jovens: apesar de gostarem do lugar e desejarem ficar morando permanentemente, por falta de perspectivas de desenvolvimento sentem também o impulso de abandonar a comunidade e trabalhar na cidade. Ao mesmo tempo, são conscientes que não estão preparados para enfrentar a vida urbana onde, segundo disseram, tudo é dinheiro. Na figura 5.4. pode-se observar uma moradia e um sistema fotovoltaico desta comunidade e na tabela 5.1. estão resumidas as principais características das famílias.



Figura 5.4. Aspecto de uma das moradias da comunidade de Varadouro.

Tabela 5.1. Características das famílias da comunidade de Varadouro.

| | Renda (R\$) | Forma de obtenção da renda | Meios adicionais de subsistência | Dados demográficos | | | | Características da moradia | Energéticos por ordem de importância ² | Aspirações |
|-----------|-------------|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Idade | Sexo | Grau de alfabetização | Grau de contato urbano ¹ | | | |
| Família 1 | 300 a 500 | Fabricação de peças de artesanato em madeira | Pesca, caça, criação de galinhas, lavoura eventual. | 49 46 19 14 13 12 8 4 60 | M F M M F F F F M | Alfabet. Analfab. Alfabet. Alfabet. Alfabet. Alfabet. Estudan. ----- Semialf. | ++++ ++ +++ ++ + + + + ++ | Paredes e chão de madeira em palafitas. Telha de amianto. Uma cozinha do tipo urbano e outra a pau-a-pique com teto de palha. | Lenha Pilhas Querosene Velas Gás | Bomba solar. Ferramentas elétricas. |
| Família 2 | 136 | Pensão | Cesta básica, extrativismo de palmito, preparação de mandioca, caça, pesca, lavoura, criação de galinhas. | 60 25 19 14 11 | F M M M F | Alfabet. Alfabet. Alfabet. Alfabet. Estudan. | +++ +++ +++ ++ ++ | Paredes e chão de madeira em palafitas. Teto de telhas de amianto. Cozinha a pau-a-pique com teto de palha. | Lenha Pilhas Querosene Velas Gás | Ferro de passar a carvão. Filhos gostariam de morar na cidade. |
| Família 3 | 136 | Pensão | Cesta básica, pesca, lavoura, criação de galinhas. Preparação de farinha de mandioca. | 75 40 35 4 | F F F F | Semialf. Alfabet. Alfabet. ----- | ++ +++ ++ + | Idem mas com rancho para preparação da farinha de mandioca. | Lenha Pilhas Querosene Velas | Ferro de passar a carvão. Televisão. |
| Família 4 | 250 a 300 | Pensão. Artesanato e outros trabalhos | Cesta básica. Pesca, caça, lavoura, criação de galinhas. | 42 42 | M F | Alfabet. Analfab. | ++++ +++ | Idem mas com inovação na cozinha tradicional e uma área de estar. | Lenha Pilhas Querosene Velas | Transporte e venda direta de seus produtos. |
| Família 5 | 136 | Pensão | Cesta básica, lavoura, fabricação de farinha de mandioca, pesca, caça, criação de galinhas. | 42 30 4 1 | M F F M | Semialf. Analfab. ----- ----- | +++ ++ + + | Paredes de madeira em palafitas. Teto de telhas de amianto. Cozinha tradicional com teto de palha. | Lenha Querosene Velas Pilhas | Ferro de passar a carvão. Ficar no lugar e melhorar sua renda. |
| Família 6 | 136 | Pensão | Cesta básica, pesca e lavoura. | 35 12 11 9 5 2 | F M M M F M | Semialf. Estudan. Estudan. Estudan. ----- ----- | +++ + + + + + | Paredes de madeira com teto de palha. | Lenha Querosene Velas Pilhas | Ir embora do lugar e morar em Ariri. |
| Família 7 | 100 a 150 | Extrativismo de palmito e trabalhos eventuais | Pesca, caça, lavoura e criação de galinhas. | 45 | M | Alfabet. | ++++ | Idem anterior | Lenha Velas Querosene Pilhas | Ficar no lugar e melhorar sua renda. |

(1) GRAU DE CONTATO URBANO

+++++ Muiíssimo contato

++++ Muito contato

+++ Moderado contato

++ Pouco contato

+ Quase nada de contato

- Nada de contato

(2) São combustíveis ou dispositivos energéticos para cocção, refrigeração, aquecimento ou para iluminar as áreas não eletrificadas com o sistema fotovoltaico (ranchos, pátios, trilhas etc.).

5.2.2. Descrição das famílias da comunidade de Retiro

5.2.2.1. Família 8

A família está constituída por um casal de aproximadamente 55 anos morando com 4 filhos homens de 27, 25, 17 e 16 anos. Sua renda média mensal está conformada por uma pensão de R\$ 136,00 que o chefe da família recebe do sistema da Previdência Social e contam ademais com um ingresso médio mensal de R\$ 500,00 obtido pela venda de ostras a um distribuidor da cidade de Cananéia. Sua atividade principal é o extrativismo das ostras que eles procuram no manguezal com o qual, em dias bons, segundo informaram, cada pessoa consegue obter até 40 dúzias por dia. O preço fixado para cada dúzia de ostras é de R\$ 0,60 embora existem problemas no pagamento e, por tal razão, não podem ter certeza de receber esse dinheiro de maneira contínua. Para reforçar sua alimentação pescam e caçam eventualmente, os outros produtos complementares são adquiridos na cidade de Cananéia, além disso, também plantam arroz, mandioca, bananas e outros produtos para seu próprio consumo.

O modelo arquitetônico da casa é um misto da tradicional moradia caiçara do tipo visto na comunidade de Varadouro mas com grande influência urbana, assim, os dormitórios e cômodos para visitas são feitos sobre bases de troncos formando palafitas, as paredes são feitas com tábuas de madeira sendo que o solo também é de madeira e o teto de telhas de barro. Ao lado deste compartimento e sob o mesmo telhado, se encontra a cozinha com paredes de madeira e chão de cimento. Os utensílios domésticos e móveis são como os utilizados nas zonas urbanas. Adicionalmente, na parte exterior da casa eles dispõem de outra habitação que funciona como a tradicional cozinha a lenha ao estilo de Varadouro mas com telhas de barro. Nela eles secam e conservam o peixe e a carne da caça pelo processo de defumação, também a utilizam para cozinhar quando não dispõem de gás e para esquentar a água para o banho na época invernal. A família também dispõe do tradicional “tráfico” para fabricar farinha de mandioca.

Possuem um barco com motor dentro da borda e outro com motor fora de borda, por tal motivo, utilizam óleo Diesel e gasolina. Já dentro da casa o principal combustível é o gás que eles compram em Cananéia, não obstante, quando não podem comprá-lo utilizam o fogão a lenha improvisado com pedras ao nível do chão que fica na mencionada cozinha auxiliar na parte externa da moradia. Eles também mantêm uma reserva de querosene e velas para eventuais falhas do sistema fotovoltaico e utilizam pilhas para lanternas. A dona de casa contou que a roupa é lavada no rio mas que aos domingos, ou quando pode, vai até Cananéia onde a roupa é passada com um ferro elétrico da casa de um familiar. Gostariam de ter geladeira, televisão com antena parabólica, liquidificador, chuveiro e água encanada para a pia e o banheiro, para isto mostraram interesse em instalar um sistema de bombeamento fotovoltaico trazendo para casa a água do rio.

5.2.2.2. Família 9

Constituída por um casal de aproximadamente 55 anos com filhos de 18 e 17 anos além de 2 filhos gêmeos de 14 anos e um outro filho de 11 anos. Ninguém da família recebe pensão, por tal razão, dependem de uma renda que varia de acordo à temporada, sendo em média de R\$ 500,00 mensais. Algumas vezes esta renda chega a ser maior, porém, sofrem as conseqüências de vender sua produção de ostras a um só distribuidor de Cananéia, o qual faz o pagamento quando bem quiser.

A atividade principal da família também é o extrativismo das ostras encontradas nos manguezais do lugar e, segundo informaram, algumas vezes chegam a obter até 3.000 dúzias de ostras por mês. Não plantam nada porque, segundo disseram, não dá para fazer duas coisas ao mesmo tempo, assim, seus produtos alimentícios são comprados em sua totalidade na cidade de Cananéia.

Com relação à construção da casa, ela é feita de paredes de madeira, chão de cimento e teto de telhas de amianto, inclusive a cozinha, que não fica separada. Apesar de possuir um fogão a gás, quando não dispõem deste combustível, nesta cozinha improvisam um fogão a lenha feito com pedras postas no chão onde preparam seus alimentos. Também, à maneira

de Varadouro, sobre este fogão existe uma plataforma de paus onde secam e conservam a carne dos peixes e da caça.

De forma idêntica ao caso anterior, a família possui um barco com motor fora de borda, assim, eles precisam de gasolina. Como foi mencionado, na moradia utilizam também gás de cozinha mas, quando não podem comprá-lo, empregam lenha. Também mantêm uma reserva de querosene e velas e utilizam pilhas para lanternas. Lavam suas roupas no rio que fica próximo à moradia e não passam com ferro a carvão por não possui-lo.

Na tabela 5.2. se faz um resumo das principais características das duas famílias monitoradas dessa comunidade. Na figura 5.5. se pode observar uma típica moradia e um dos sistemas fotovoltaicos instalados nessa comunidade.

Tabela 5.2. Características das famílias da comunidade de Retiro.

| | Renda (R\$) | Forma de obtenção da renda | Meios adicionais de subsistência | Dados demográficos | | | | Características da moradia | Energéticos por ordem de importância ² | Aspirações |
|-----------|-------------|---------------------------------|--|--------------------|------|-----------------------|-------------------------------------|--|---|---|
| | | | | Idade | Sexo | Grau de alfabetização | Grau de contato urbano ¹ | | | |
| Família 8 | 600 a 700 | Pensão e extrativismo de ostras | Pesca, caça, criação de galinhas, lavoura de arroz e mandioca. | 55 | M | Alfabet. | ++++ | Paredes e chão de madeira em palafitas. Telha de barro. Cozinha do tipo urbano com chão de cimento. | Gás Pilhas Querosene Lenha velas | Ferro de passar, geladeira, televisão, liquidificador, água encanada, chuveiro. |
| | | | | 55 | F | Alfabet. | ++++ | | | |
| | | | | 27 | M | Alfabet. | ++++ | | | |
| | | | | 25 | M | Alfabet. | ++++ | | | |
| | | | | 17 | M | Alfabet. | ++++ | | | |
| | | | | 16 | M | Alfabet. | ++++ | | | |
| Família 9 | 400 a 500 | Extrativismo de ostras | Caça, pesca, lavoura eventual e criação de galinhas. | 55 | F | Alfabet. | ++++ | Paredes e chão de madeira em palafitas. Teto de telhas de amianto. Cozinha com chão de cimento. Fogão a gas e a lenha. | Gás Pilhas Querosene lenha Velas | Ferro de passar a carvão. Melhorar sua renda. |
| | | | | 55 | M | Alfabet. | ++++ | | | |
| | | | | 18 | M | Alfabet. | +++ | | | |
| | | | | 17 | F | Alfabet. | +++ | | | |
| | | | | 14 | M | Alfabet. | ++ | | | |
| | | | | 14 | M | Alfabet. | ++ | | | |
| | | | | 11 | F | Estudan. | ++ | | | |

(1) GRAU DE CONTATO URBANO

+++++ Muitíssimo contato

++++ Muito contato

+++ Moderado contato

++ Pouco contato

+ Quase nada de contato

- Nada de contato

(2) São combustíveis ou dispositivos energéticos para cocção, refrigeração, aquecimento ou para iluminar as áreas não eletrificadas com o sistema fotovoltaico (ranchos, pátios, trilhas etc.).



Figura 5.5. Moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Retiro.

5.2.3. Descrição das famílias da comunidade de Sítio Artur

5.2.3.1. Família 10

Está conformada por um casal de 45 anos e 3 filhos de 22, 17 e 14 anos. O chefe da família, além de ser funcionário da Prefeitura do Município de Ilha Comprida recebendo um salário mensal de R\$ 160,00, também dedica-se à pesca e o extrativismo de musgos achados na região. Cada saco de musgo é vendido por R\$ 3,00 aos artesãos urbanos. O excedente da pesca é comercializado por atacado, principalmente em Subaúma, que fica a 10 minutos em barco ou em Iguape. Além disso, vendem também pequenos camarões que são utilizados como iscas na pesca esportiva praticada pelos turistas que visitam a zona. Por tais atividades conseguem uma renda mensal adicional, flutuante, entre R\$ 300,00 e 500,00. A família recebe também uma cesta básica entregue pela prefeitura. Não plantam e os produtos alimentícios que eles necessitam são adquiridos em Subaúma ou Iguape.

A moradia está construída à maneira urbana, com paredes de alvenaria, chão de cimento e teto de telhas de amianto. A cozinha, sala, banheiro e os dormitórios são típicos urbanos, isto também é observado nos móveis e utensílios domésticos. Possuem barco com motor fora de borda o que requer gasolina. O gás é o principal combustível que utilizam tanto para

o fogão como para a geladeira, algumas vezes empregam também lenha num fogão que fica fora da moradia, mas somente para secar peixe ou cozinhar feijão e esquentar água para o banho na época invernal.

A água para beber é trazida de Subaúma sendo que a água para lavar, limpar ou para os banheiros é extraída de um poço por meio de uma moto-bomba. A roupa é passada utilizando um ferro de passar esquentado no fogão a gás, devido a que eles conhecem as limitações do sistema fotovoltaico. Utilizam pilhas para lanternas e mantêm um estoque de velas para casos de emergência.

Além da iluminação fluorescente, dispõem de aparelho de som e televisão P&B com receptor parabólico. Gostariam de ter liquidificador, ventilador e outros eletrodomésticos. Sentem uma grande satisfação e orgulho por estarem eletrificados com os sistemas fotovoltaicos. O chefe da família também é o eletricista solar da comunidade.

5.2.3.2. Família 11

Esta família está constituída por um casal de 45 anos e 2 filhos de 12 e 5 anos. De forma idêntica ao caso anterior, a atividade principal do chefe da família é a pesca para próprio sustento sendo o excedente vendido em Subaúma ou Iguape. Além da pesca com barco, também utilizam o tradicional cerco para peixes⁵ onde segundo a temporada colhem tainhas. Um destes cercos pode ser visto na figura 5.6.

Não recebem nenhuma pensão, mas através da venda de peixes e camarões para iscas conseguem obter uma renda mensal entre R\$ 300,00 e 500,00. Esta renda, dependendo da época do ano e das condições sazonais, em alguns meses chega a ser superior. Não plantam nada, sendo exclusivamente pescadores.

⁵ O cerco é uma técnica tradicional para capturar peixes que consiste na preparação de uma armadilha feita com taquaras longas as quais são tecidas de uma forma especial. A disposição destas taquaras precisa da localização de um lugar estratégico na orla dos canais. Uma vez que os peixes entram nestes cercos não conseguem mais sair devido à disposição engenhosa desta armadilha. Os peixes posteriormente são retirados com ajuda de redes.



Figura 5.6. Tradicional cerco para peixes localizado no complexo estuarino-lagunar.

Os filhos desta família, como os das outras, diariamente se deslocam até Subaúma e daí até Iguape onde estudam. Este contato é diário, assim, estes centros urbanos para a comunidade de Sítio Artur como um todo, representam os lugares dos quais dependem tanto no lazer e na educação como no fornecimento dos produtos alimentícios e complementos de sobrevivência. O acesso é facilitado devido a proximidade desses centros e pela disposição de barcos a motor.

Seguindo o padrão local, a moradia da família tenta imitar o modelo urbano por meio das paredes de alvenaria, chão de cimento e teto com telhas de barro. Na cozinha é possível observar a influência urbana no acabamento com azulejos que inclusive tem previstas tomadas para uma possível ligação à rede elétrica. Os móveis e utensílios são todos do jeito urbano, o mesmo acontecendo na distribuição dos cômodos. Apesar de manter alguns traços dos costumes caiçaras em seu dia-a-dia, praticamente esta tradição tem desaparecido na comunidade, sendo substituída pelo modo de viver urbano. Isto pode ser verificado tanto no comportamento e nos hábitos domésticos como em suas aspirações.

Por outro lado, devido disporem de barco a motor, precisam gasolina. Utilizam também GLP comprado em Subaúma tanto para o fogão como para a geladeira. A lenha é

empregada somente para cozinhar peixe e feijão ou para esquentar água para o banho na época mais fria e, para isto, eles têm um fogão a lenha na parte externa da casa. Possuem uma reserva de velas com fins de emergência caso falhe o sistema fotovoltaico e utilizam pilhas para lanternas. Para passar a roupa empregam um ferro esquentado no fogão a gás. Ademais da iluminação fluorescente possuem também televisão P&B com receptor parabólico e um sistema de radiocomunicação VHF.

Quanto às suas aspirações, gostariam de ter liquidificador, ventilador, chuveiro, e outros eletrodomésticos. O chefe desta família manifestou desejo de achar alguma solução para o problema da água na comunidade, isto porque atualmente ela é obtida dos poços perfurados nas proximidades da casa, sendo extraída com ajuda de moto-bombas. No entanto, somente serve para a limpeza mas não para beber, neste caso, ela tem que ser trazida desde Subaúma e guardada em depósitos especiais.

5.2.3.3 Família 12

É uma família composta por um ancião de 80 anos e sua mulher de 78 anos, a qual permanece a maior parte do tempo acamada por estar doente⁶. Sua renda está conformada por uma pensão mensal de R\$ 136,00 obtida por razões de aposentadoria. Além desta pensão, o ancião consegue um ganho adicional de aproximadamente R\$ 75,00 por mês obtido no pequeno comércio que ele mesmo administra no desembarcadouro da comunidade. Ali ele vende principalmente bebidas e produtos caseiros que periodicamente compra em Iguape. Esta atividade é mais para mantê-lo ocupado e em contato com os turistas, com os pescadores ou as pessoas que freqüentam a região. Conversar com ele é muito interessante porque representa a memória viva do lugar, sendo um dos que mais conhece o passado da comunidade.

Sua moradia segue os mesmos padrões do lugar, isto é, paredes de alvenaria, chão de cimento e teto com telhas de barro, no entanto, na distribuição interna e nos utensílios domésticos não tem tanta influência urbana como nos casos anteriores. O principal

⁶ Faleceu em meados de fevereiro de 2000.

combustível que utilizam é o gás e eventualmente a lenha. Também guardam um estoque de velas e utilizam pilhas para lanterna. Cabe ressaltar que todos seus produtos alimentícios assim como acessórios domésticos são comprados tanto em Iguape como em Subaúma.

5.2.3.4. Família 13

Integrada por um adulto de 55 anos que se dedica também à pesca para consumo e venda de iscas para os turistas. Com estas atividades consegue uma renda média mensal de aproximadamente R\$ 150,00. Parte desta renda é destinada à manutenção dos filhos que moram em outro lugar. Apesar da moradia seguir os padrões da comunidade, o chão da cozinha e da sala é de terra batida, no entanto, a casa é utilizada somente para descansar, pois fica mais com os pais (família 12), sendo assim, não utiliza gás mas guarda um estoque de velas.

É necessário fazer a observação que entre todas as comunidades estudadas, em Sítio Artur se verificou um alto índice de ingestão de bebidas alcólicas. Esta situação está relacionada com os hábitos e a conduta de alguns dos moradores. Um dos efeitos desta conduta se manifesta no consumo energético pois alguns dos moradores, devido a ingestão dessas bebidas, têm dificuldades na administração do equipamento e esquecem de desligar as lâmpadas, o que ocasiona um aumento do consumo em alguns dias.

5.2.3.4. Família 14

Constituída por uma anciã de 70 anos, viúva, que vive ao lado de um neto de 4 anos. A renda desta senhora provém de uma pensão mensal de R\$ 136,00 paga pelo sistema da Previdência Social e de uma ajuda de custo de R\$ 40,00 que os pais do menino entregam mensalmente para ela. Como nos casos anteriores, todos seus produtos alimentícios e acessórios domésticos são comprados nos centros urbanos da região. Uma das filhas mora no lugar (família 11) tendo assim muito apoio e assistência no local.

Sua moradia é a típica urbana adaptada ao meio, com paredes de alvenaria, chão de cimento e teto com telhas de amianto. Utiliza gás para o fogão e para a geladeira e, pelos mesmos motivos das outras famílias, de forma esporádica emprega lenha.

Além da iluminação fluorescente possui um televisor P&B com receptor parabólico e é uma das pessoas que demonstra muita satisfação pela possibilidade de dispor de energia elétrica. Para ela é um sonho e algo maravilhoso tê-la. Menciona que antes tinham que utilizar lamparinas a querosene, velas ou lampiões a gás que, além de iluminar pouco esquentavam em demasia, principalmente nas noites do verão, fazendo insuportável o ambiente. Outra vantagem comentada por ela é a facilidade de ligar a luz, pois somente se aperta um simples botão e em qualquer momento, o que não podia ser feito quando existiam os antigos sistemas de iluminação.

Na figura 5.7 pode-se observar uma moradia desta comunidade e, na tabela 5.3, estão resumidas as principais características das famílias.



Figura 5.7. Moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Sítio Artur.

Tabela 5.3. Características das famílias da comunidade de Sítio Artur.

| | Renda (R\$) | Forma de obtenção da renda | Meios adicionais de subsistência | Dados demográficos | | | | Características da moradia | Energéticos por ordem de importância ² | Aspirações |
|------------|-------------|---|--|----------------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|---|---|--|
| | | | | Idade | Sexo | Grau de alfabetização | Grau de contato urbano ¹ | | | |
| Família 10 | 450 a 700 | Salário. Pesca. Venda de iscas. Extrativismo de musgos. | Cesta básica, e pesca de subsistência. | 45 45 22 17 14 | M F M F M | Alfabet. Analfab. Alfabet. Alfabet. Alfabet. | +++++ ++++ ++++ ++++ ++++ | Paredes de alvenaria, chão de cimento e acabamento vermelho. Telhas de amianto. Pia e banheiro no interior. | Gás (fogão e geladeira). Pilhas Velas Lenha | Ventilador, liquidificador, chuveiro, TV colorida, outros aparelhos elétricos. |
| Família 11 | 300 a 500 | Pesca. Venda de iscas. | Pesca de subsistência. | 45 45 12 5 | M F M M | Alfabet. Alfabet. Alfabet. ----- | +++++ +++++ ++++ ++++ | Idem com telhas de barro e azulejos na cozinha. | Gás (fogão e geladeira). Pilhas Velas lenha | Ventilador, liquidificador, chuveiro, TV colorida, outros aparelhos elétricos. |
| Família 12 | 200 a 250 | Pensão. Ganhos comerciais | Pesca de subsistência. | 80 78 | M F | Semialf. Analfab. | ++++ + | Idem com telhas de barro. | Gás (fogão e geladeira). Pilhas Velas lenha | Televisão. |
| Família 13 | 150 | Pesca. Venda de iscas. | Pesca de subsistência. | 55 | M | Alfabet. | ++++ | Idem com telhas de barro. Parte do chão é de terra batida. | Pilhas Velas lenha | Melhorar sua renda. |
| Família 14 | 180 | Pensão. | Compra tudo | 70 4 | M F | Semialf. ----- | ++++ ++ | Idem com telhas de amianto. | Gás (fogão e geladeira). Pilhas Velas lenha | Ventilador e liquidificador. |

(1) GRAU DE CONTATO URBANO

+++++ MUITÍSSIMO CONTATO

+++ Moderado contato

+ Quase nada de contato

++++ Muito contato

++ Pouco contato

- Nada de contato

(2) São combustíveis ou dispositivos energéticos para cocção, refrigeração, aquecimento ou para iluminar as áreas não eletrificadas com o sistema fotovoltaico (ranchos, pátios, trilhas etc.).

5.2.4. Descrição das famílias da comunidade de Marujá

5.2.4.1. Família 15

Embora esteja constituída somente por um casal de aproximadamente 58 anos, a casa é freqüentada por muitas pessoas tanto de dia como a noite, em primeiro lugar porque além de acolher à família, funciona também como albergue turístico, principalmente durante os meses de verão, fins-de-semana, feriados prolongados ou durante as festas da comunidade. Em segundo lugar, conservando um costume muito antigo, os filhos casados compartilham

o terreno dos pais mas morando em casas separadas [Capezzuto V., 1997]. Por tal motivo estão sempre juntos e de forma comunitária realizam suas atividades domésticas, os trabalhos, o lazer etc. Chama muito a atenção como na hora de se alimentar toda a família está reunida e dividem sua mesa até com os turistas, assim, a sala de jantar é muito concorrida e muito animada.

Além do albergue que lhes permite obter uma renda média mensal de R\$ 500,00, variável de acordo à temporada, o chefe da família é também funcionário do Ministério da Saúde recebendo por isto um salário de R\$ 500,00. Ele é um profundo conhecedor e defensor das tradições locais e da permanência e vigência da cultura caiçara, assim, sua liderança é amplamente reconhecida no meio local.

Com relação a sua moradia, as paredes são feitas de material de alvenaria, o teto é de telhas de barro e o chão de cimento. Contam com água potável e a distribuição da casa está adaptada às necessidades de um albergue turístico sendo que os quartos para os hóspedes tem forro de madeira e banheiro privado com sistema de aquecimento de água a gás. Para sua iluminação os turistas utilizam velas pois as habitações não estão eletrificadas.

Os móveis e utensílios domésticos são os usuais das áreas urbanas. Por outro lado, a família não planta por causa da Lei de Proteção Ambiental, assim, estão obrigados a comprar todos os produtos alimentícios e materiais adicionais nos centros urbanos da região, não obstante, praticam a pesca para seu próprio consumo.

O principal combustível que utilizam para cozinhar e para a geladeira é o GLP, também as velas são empregadas principalmente nos quartos da hospedaria, já as pilhas são utilizadas para as lanternas e o rádio. O sistema fotovoltaico da moradia foi comprado de forma particular devido à não concordância com as condições impostas pelo Programa ECOWATT, mesmo assim, com um gerador de 70 Wp e uma bateria de 136Ah dispõem de 3 lâmpadas fluorescentes de 15, 10 e 9 W respectivamente, além de um rádio-transmissor VHF de 20 W.

5.2.4.2. Família 16

Está conformada por um casal de 25 anos sem filhos. A atividade principal do jovem desta família está diretamente relacionada com o turismo ecológico. Além de alugar seu barco e manter um restaurante, presta também serviços adicionais como guia turístico. Conhece amplamente a região, os costumes e tradições locais. Nas horas que não exerce essas funções pratica a pesca de subsistência e na temporada da tainha conserva e explora um cerco para peixes. Por todas estas atividades consegue uma renda média mensal de R\$ 500,00, que pode ser superior dependendo da época do ano e das condições sazonais.

Sua moradia é um exemplo do aproveitamento dos materiais, dos hábitos e dos costumes caiçaras adaptados à realidade local. As paredes são de madeira, o chão de cimento e o teto é de palha da palmeira guaricana mas com forro de madeira. A moradia conta com água potável. Já os móveis e utensílios domésticos seguem o modelo urbano, no entanto, têm conseguido uma casa aconchegante e adaptada ao sistema de vida da comunidade.

Esta moradia foi eletrificada através de um projeto piloto do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo. A finalidade deste projeto é demonstrar que, com um gerador menor que do Programa ECOWATT (módulos de 96 Wp e bateria de 190 Ah) é possível alimentar diversas cargas tanto em corrente contínua como alternada com muita eficiência e alta confiabilidade. Tudo isso porque os efeitos desse programa têm sido muito negativos na credibilidade da tecnologia fotovoltaica na região.

5.2.4.3. Família 17

É uma família constituída por um homem de 40, a esposa de 35 e um filho de 5 anos. A atividade econômica do chefe desta família muda de acordo à temporada: algumas vezes trabalha na pesca principalmente da tainha, utilizando os típicos cercos para peixes da região. Vende tanto para comerciantes de Cananéia como de Paranaguá e, segundo informou, por 500 kg de tainha recebe até R\$ 800,00. Além disso em algumas

oportunidades trabalha também como pedreiro ou em outras atividades como a fabricação de artesanatos de junco, palha ou madeira, que são vendidos aos turistas que visitam a comunidade. A esposa também o ajuda nestas atividades. Por tudo isso consegue obter uma renda mensal entre R\$ 500,00 e 600,00.

Sua moradia mantém uma distribuição à maneira urbana, sendo algumas das paredes de alvenaria e outras de madeira. O teto é feito com telhas de barro e tem forro de madeira acompanhando o declive. O chão é de cimento, tanto na sala como na cozinha. Se pode observar também que existe um desnível de aproximadamente 50 cm entre o chão de terra da rua e o chão da casa fazendo lembrar o vácuo existente nas moradias típicas caiçaras. Internamente eles têm água potável e dispõem de banheiro e pia. Os móveis e utensílios domésticos são do jeito urbano, sendo que na sala contam com um sofá.

O combustível principal é o gás, o qual é empregado tanto para o fogão como para a geladeira. Passam roupa com um ferro aquecido neste fogão. O gás é comprado em Ariri ou em Cananéia e, de forma idêntica ao caso da comunidade de Sítio Artur, mas com menos frequência, utilizam esporadicamente lenha para cozinhar peixe ou feijão. Por tal motivo externamente eles têm um fogão a lenha. O sistema fotovoltaico falha muitas vezes, então, dispõem de uma reserva de velas e pilhas para lanternas.

É importante salientar que a família gostaria de dispor de liquidificador, ventilador, rádiotransmissor VHF e televisão com receptor parabólico, os quais poderiam comprá-los sem muitas dificuldades, no entanto, por causa do contrato assinado com a CESP (programa ECOWATT) ficam inibidos de tomar esta decisão. O caso é que, apesar de dispor de um gerador fotovoltaico de 140 Wp e bateria de 108 Ah, somente estão autorizados a ligar duas lâmpadas fluorescentes compactas de 9W [Almeida Prado & Pereira, 1998]. Porém eles ampliaram a instalação com mais duas lâmpadas. O chefe desta família conhece a comunidade de Sítio Artur e fica admirado como quase todos os moradores dali contam com TV P&B, mais iluminação e utilizam outros aparelhos eletrodomésticos apesar de terem um gerador menor do que o deles (gerador de 110 Wp e bateria de 135 Ah).

5.2.4.4. Família 18

Esta família está constituída por um casal de 30 anos com três filhos de 12, 8 e 2 anos. O chefe desta família toma conta da casa de um turista que não mora de forma permanente no lugar e, por esta atividade, recebe um salário mensal de R\$ 272,00. De maneira adicional, além da pesca para seu próprio consumo e de acordo com a temporada, também se dedica a pescar, principalmente tainhas, utilizando cercos. A venda destes peixes lhe permite obter uma renda média mensal de R\$ 300,00 que pode chegar em algumas oportunidades a R\$ 800,00. O filho mais velho também pratica o artesanato junto à família 17.

Cabe mencionar que, devido as restrições da Lei de Proteção Ambiental, como acontece com todos os moradores de Marujá, estão proibidos de plantar e como consequência disso, os produtos alimentícios e acessórios domésticos são adquiridos em Ariri, em Cananéia ou localmente nas vendas existentes na comunidade.

Com relação à moradia, as paredes são de madeira, o teto é feito com telhas de fibrocimento sem forro e o chão é de cimento com acabamento vermelho na cozinha. Os móveis e utensílios domésticos também são próprios de uma família com características urbanas. Também dispõem de água potável e por tal motivo contam com banheiro na parte interna da casa e pia na cozinha.

Não têm geladeira e o gás é utilizado somente para cozinhar. Como nos casos anteriores a lenha é utilizada esporadicamente e segundo mencionaram, esta lenha é recolhida na praia que fica perto das moradias. Utilizam velas e pilhas para o rádio e lanternas. A energia fotovoltaica é empregada exclusivamente para a iluminação, mas embora exista o contrato assinado com a CESP, eles ampliaram a instalação com 1 lâmpada fluorescente compacta de 9W e outra tubular de 10W, além de uma incandescente de 2W. Gostariam de melhorar seu sistema e utilizar outras cargas além da iluminação.

Na tabela 5.4. estão resumidas as características das famílias estudadas e na figura 5.8. pode-se observar uma moradia de Marujá e um dos geradores fotovoltaicos instalados através do programa ECOWATT.

Tabela 5.4. Características das famílias da comunidade de Marujá.

| | Renda (R\$) | Forma de obtenção da renda | Meios adicionais de subsistência | Dados demográficos | | | | Características da moradia | Energéticos por ordem de importância ² | Aspirações |
|------------|-------------|--|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|---|--|--|
| | | | | Idade | Sexo | Grau de alfabetização | Grau de contato urbano ¹ | | | |
| Família 15 | 900 a 1000 | Salário. Ganhos do albergue turístico. | Pesca de subsistência. | 58 58 | M F | Alfabet. Alfabet. | +++++ ++++ | Paredes de alvenaria. Telhas de barro alguns quartos tem forro de madeira. Chão de cimento. Água encanada. Banheiros e pia. | Gás (fogão e gelad.) Velas Pilhas Lenha | Mais iluminação. Preservação da cultura caiçara. Organização da comunidade. |
| Família 16 | 500 a 600 | Turismo ecológico. Pesca. | Pesca de subsistência. | 25 25 | M F | Alfabet. Alfabet. | +++++ +++ | Paredes de madeira. Chão de cimento. Teto de palha com forro de madeira. Água encanada, banheiro e pia. | Gás (fogão) Pilhas Velas lenha | Liquidific. TV colorida, secador de cabelo e outros aparelhos. Preservação da cultura caiçara. |
| Família 17 | 500 a 600 | Pesca. Artesanato. Trabalhos caseiros. | Pesca de subsistência. | 40 35 5 | M F M | Alfabet. Alfabet. ----- | ++++ +++ ++ | Paredes de alvenaria e madeira. Chão de cimento. Telhas de barro. Forro de madeira. Água encanada, banheiro e pia. | Gás (fogão e geladei.) Pilhas Velas Lenha | Liquidific. Ventilador. Rádio transmissor. |
| Família 18 | 500 a 600 | Salário. Pesca. | Pesca de subsistência. | 30 30 12 8 2 | M F M F M | Alfabet. Alfabet. Estuda Estuda ----- | ++++ +++ ++ ++ + | Paredes de madeira. Telhas de amianto. Chão de cimento. Água encanada, banheiro e pia. | Gás (fogão) Pilhas Velas Lenha | Liquidific. Ventilador e outros aparelhos elétricos. |

(1) GRAU DE CONTATO URBANO

+++++ Muíto contato

++++ Muíto contato

+++ Moderado contato

++ Pouco contato

+ Quase nada de contato

- Nada de contato

(2) São combustíveis ou dispositivos energéticos para cocção, refrigeração, aquecimento ou para iluminar as áreas não eletrificadas com o sistema fotovoltaico (ranchos, pátios, trilhas etc.).



Figura 5.8. Moradia e gerador fotovoltaico da comunidade de Marujá.

5.3. Comentários sobre a dinâmica social e energética das comunidades pesquisadas

A análise feita anteriormente nos permite distinguir uma certa mudança tanto do ponto de vista das moradias como da energia. De um lado, a maior parte das moradias da comunidade de Varadouro mantém uma estreita relação de aproveitamento do meio ambiente local, tanto nos materiais como na distribuição dos cômodos. Podemos observar que nesta comunidade o principal material utilizado é a madeira para as paredes e o assoalho. As bases e estruturas são feitas empregando troncos e paus das árvores locais e, na cozinha e nos ranchos, se utiliza palha de palmeiras para o teto. Já os móveis, utensílios e até algumas ferramentas são feitas também de madeira.

A distribuição das casas é dispersa e localizada perto das roças e do rio de onde recolhem a água para beber⁷ e tomam banho. A comunicação entre as casas é feita através de trilhas e pontes feitas com troncos das árvores.

⁷ Em setembro de 1998 através de um projeto financiado pela Cooperação Espanhola através do *Ayuntamiento de Logroño* e ERA-AEDENAT (*Associação Espanhola de Defesa de la Naturaleza*) com contrapartidas do IEE/USP e do CEPAM (Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal), foram instaladas duas lavandarias que utilizam bombeamento solar. Atualmente os moradores lavam suas roupas e se abastecem da água obtida por estes meios [Fedrizzi & Serpa, 1999].

Uma consideração importante é que a dependência desta comunidade com relação aos centros urbanos não é tão grande devido existir a barreira da distância e do transporte até esses centros. Por tal motivo, os moradores tiveram que se adaptar a este ambiente para poderem sobreviver, assim, ainda praticam a caça e a pesca e são também coletores de plantas medicinais e de recursos florestais para sua alimentação.

Além disso, plantam arroz, café, feijão, mandioca e bananas que podem ser trocadas por peixes. Todos os moradores criam galinhas das quais aproveitam os ovos e a carne. Com relação aos combustíveis empregados, observamos que todas as famílias dependem da lenha. Os poucos moradores que tentaram mudar para o GLP enfrentaram a barreira do transporte e do custo e tiveram que voltar para as formas de sobrevivência ancestrais.

Por outro lado, não obstante a possibilidade de sobreviver com seus próprios recursos, o qual eles vêm fazendo desde muitos séculos, com a implantação da sociedade industrial e de consumo aparecem novas necessidades, muitas delas impostas, sendo que para poderem se integrar ao sistema vigente e obterem desta forma sua cidadania, precisam contar com os meios que lhes permitam ter acesso à educação, à saúde etc. A decisão para que estas comunidades possam ter acesso a estes meios, no entanto, é externa e de índole política.

Outra observação importante a fazer é que Varadouro, como as outras comunidades, está pagando as conseqüências da legislação ambiental que lhes restringe suas formas ancestrais de sobrevivência pelo fato de criar conflitos e impactos sobre o modo de vida tradicional caiçara ainda existente na área [*Diegues & Nogara, 1999: 7 - 11*].

A comunidade de Retiro representa um segundo momento na mudança destas comunidades, assim, a construção de suas moradias é um misto entre o modo tradicional caiçara e o modo urbano e, embora empreguem madeira nas paredes e paus das árvores locais nas estruturas, eles utilizam também o cimento e as telhas de barro. Muitos dos seus móveis, ferramentas e utensílios também são comprados na cidade e um dos motivos destas mudanças, contrariamente ao caso de Varadouro, reside na facilidade relativa de acesso até a cidade de Cananéia onde podem comprar estes materiais e objetos, no entanto, o acesso a esta cidade

é feito por barco persistindo a dificuldade do transporte (e o peso) desde o desembarcadouro da comunidade até as moradias.

Os centros urbanos têm exercido em Retiro uma grande influência mas não chegou a ser tanta como para erradicar em forma definitiva o modo de vida caiçara, assim, a distribuição das casas também é dispersa e acompanham os lugares de sobrevivência, isto é, próximas às pequenas lavouras, fontes de água, acesso aos manguezais e aos embarcadouros. A comunicação entre estas casas é feita através de trilhas e a dificuldade apresentada pelos córregos é vencida com a ajuda de “pontes” feitas com troncos das árvores, igual ao caso de Varadouro.

Com relação à alimentação, apesar de grande parte de seus produtos alimentícios serem comprados em Cananéia, esta é complementada por meio da pesca de subsistência, da caça, criação de galinhas e em alguns casos das lavouras de arroz, mandioca e bananas. Utilizam também plantas medicinais e recursos florestais da localidade. Já no relativo à energia, observa-se uma transição energética da lenha ao gás. A lenha é utilizada somente como combustível de apoio quando, por diversos motivos, não dispõem de gás.

Esta transição energética tem sido facilitada pela influência urbana na disposição da cozinha e a conseguinte inclusão do fogão a gás. Além das freqüentes viagens e o constante contato com a cidade de Cananéia para vender as ostras que eles colhem no manguezal, estas viagens também são aproveitadas para adquirir seus elementos de subsistência.

Outra observação importante a fazer é a influência da religião na organização destas comunidades tradicionais. Particularmente em Retiro, num primeiro momento ainda no início da pesquisa, todos eram católicos mas posteriormente uma das famílias estudadas (família 9) passou a integrar uma igreja protestante de Cananéia, o que levou a uma divisão e desorganização da incipiente associação de moradores. Por outro lado, dado que estas igrejas pregam a entrega do dízimo, a renda da família ficou abalada trazendo conseqüências em sua sobrevivência. A influência destas igrejas também tem sido observada por alguns pesquisadores [*Diegues & Nogara, 1999: 29*], esta se manifesta na

mudança cultural das comunidades tradicionais levando inclusive ao desaparecimento das formas de ajuda mútua como são os mutirões.

De outro lado, um dos maiores processos de transformação dos hábitos tradicionais tem acontecido na comunidade de Sítio Artur. Esta comunidade praticamente tem perdido quase todos seus hábitos de origem ancestral, tendo assimilado muito dos padrões de origem urbano, principalmente pela facilidade de acesso e proximidade tanto de Subaúma como de Iguape.

Apesar de que nos anos anteriores praticavam a agricultura de subsistência, hoje em dia, para satisfazer suas necessidades alimentícias, dependem em quase tudo dos centros urbanos próximos, precisando para isto de dinheiro corrente que eles obtêm basicamente por meio da pesca. Assim, eles têm uma grande dependência econômica das pessoas de origem urbana, seja dos turistas que praticam a pesca esportiva ou dos comerciantes da região.

Em Sítio Artur é possível observar uma mudança radical até na forma da construção das moradias. Para isto eles empregam os materiais de origem urbano (tijolos, cimento, telhas, azulejos e outros acabamentos) o mesmo acontecendo com os móveis e utensílios domésticos. Com relação a suas aspirações, alguns dos moradores desejam dispor de tudo o que uma moradia com padrão urbano possui.

Também constatamos que a distribuição das casas segue um padrão urbano devido estarem dispostas ao lado de uma “rua”, tomando o aspecto de uma vila em formação. Cabe observar que em Sítio Artur até o momento não existe nenhuma associação de moradores para efeitos de manter seus sistemas fotovoltaicos. Por decisão deles, cada morador é responsável por seu próprio sistema.

O caso da comunidade de Marujá é diferente, pois ao longo do tempo os moradores foram se adaptando às condições impostas pela lei ambiental conseguindo, muitos deles, explorar o lado positivo dessa legislação. Isto se manifesta através do acondicionamento das casas

como albergues para os turistas, do uso de barcos como meio de transporte, da organização de festas tentando resgatar suas antigas tradições (ex. festa da tainha) e assim por diante.

Este freqüente contato com as pessoas de origem urbana e as oportunidades de aumentar sua renda tem forçado uma mudança em seu modo de vida, assim, as moradias tentam imitar o típico modelo urbano, tanto nos materiais, disposição dos cômodos, acabamentos, móveis e utensílios domésticos como na distribuição das casas que no “centro” da vila seguem o alinhamento de uma espécie de rua em formação. A localização das moradias de Marujá representa um misto entre o concentrado e o disperso.

Com relação ao emprego da energia, de um lado, devido a legislação ambiental proibir o uso dos recursos florestais e por outro lado, pela necessidade de manter um padrão típico urbano, quase todos os moradores utilizam o gás como combustível tanto para a cocção como para a refrigeração.

Atenção especial merece o fato que, embora muitos dos moradores tenham o desejo de dispor de todos os eletrodomésticos comuns nas moradias urbanas, enfrentam o empecilho da eletrificação fotovoltaica com dimensionamento e instalação equivocada, isto por erros no projeto original e na forma da introdução da tecnologia. A correção destas falhas com certeza conduzirá a que o padrão do uso de eletrodomésticos de muitos dos moradores se iguale ou supere ao caso da comunidade de Sítio Artur.

É importante comentar que em Marujá existe uma razoável organização dos moradores sendo que alguns ainda praticam a ajuda comunitária, manifestada seja através dos mutirões (limpeza da praia, preparação das festas, etc.) ou por meio da convivência diária das famílias, muitas das quais formam grandes núcleos humanos que compartilham todas suas atividades.

Embora a motivação principal desta organização seja cuidar os meios de subsistência que estão muito relacionados com a exploração do turismo, não desconsideram a problemática

energética da comunidade e portanto mostram muita aceitação às inovações e conhecem as consequências positivas que a eletrificação lhes pode proporcionar.

Esta organização, aliada ao fato de muitos dos moradores terem uma boa formação escolar, facilita a introdução da tecnologia fotovoltaica o qual não foi aproveitado pelo projeto ECOWATT como forma de garantir a sustentabilidade dos sistemas implantados.

CAPÍTULO VI

ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE CONSUMO

6.1. Introdução

Como já foi mencionado nos capítulos anteriores, a necessidade de conhecer o consumo energético das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos, motivou-nos a realizar esta pesquisa utilizando um sistema de medição que fornece a demanda energética em Ah. Assim, em novembro de 1998, foram instalados os primeiros 4 medidores no bairro de Varadouro no Município de Cananéia (famílias 1, 2, 3 e 5). A finalidade desta primeira instalação foi obter as medições iniciais de consumo e verificar no local os possíveis problemas de funcionamento dos medidores.

Posteriormente, em dezembro de 1998 instalou-se outros 4 medidores na comunidade de Sítio Artur do Município de Ilha Comprida (famílias 10, 11, 12 e 13). Também, nessa mesma data foram vistoriados os medidores instalados em Varadouro no mês anterior, verificando-se que 2 funcionaram normalmente (famílias 1 e 2). Os outros 2 tiveram problemas por causa do ruído produzido por alguns reatores eletrônicos do sistema de iluminação (famílias 3 e 5). Estes foram trocados e se instalaram outros 3 medidores (famílias 4, 6 e 7) .

Na comunidade de Sítio Artur, em março de 1999, instalou-se outro medidor na casa da família 14. Vale mencionar que em Sítio Artur, no início das medições, houve problemas de funcionamento dos medidores devido à má qualidade dos reatores eletrônicos utilizados nas instalações. A troca destes reatores solucionou os problemas apresentados. Em resumo, na comunidade de Varadouro se instalou 7 medidores e na comunidade de Sítio Artur 5.

Com relação à comunidade de Marujá, em março de 1999 se fez a instalação dos medidores nas moradias das famílias 15, 16, 17 e 18. No caso da família 16 se instalou 3 medidores, sendo um para medir o consumo em corrente contínua, outro para medir o consumo em corrente alternada e o terceiro a irradiação através de uma célula calibrada. Na figura 6.1. se pode observar o aspecto desta instalação.

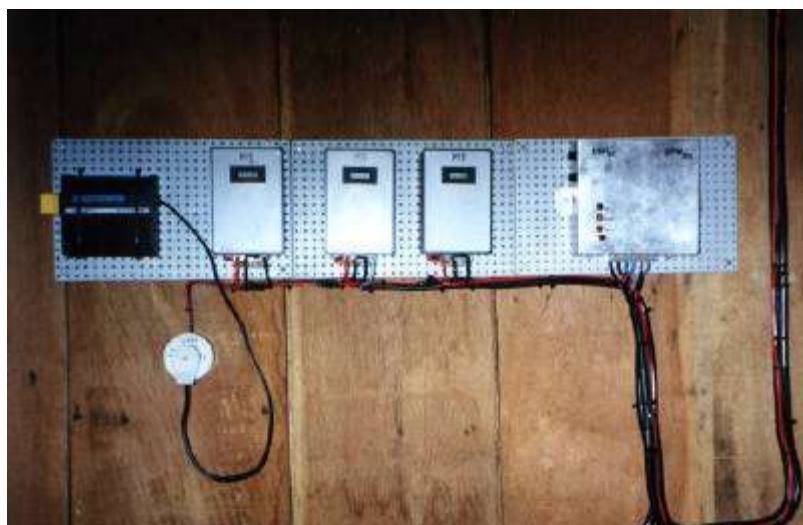


Figura 6.1. Aspecto dos medidores de Ah instalados na moradia da família 16 da comunidade de Marujá.

Em fevereiro de 1999 foram instalados 2 medidores na comunidade de Retiro (famílias 8 e 9), porém, o medidor instalado na moradia da família 9 não conseguiu medir durante os meses de abril, maio e junho desse ano devido alguns problemas no controlador de carga. Em dezembro de 1999 a bateria desse mesmo sistema morreu e não foi substituída. A partir dessa data não foi possível obter dados de consumo. Em resumo, na comunidade de Retiro instalou-se 2 medidores e na comunidade de Marujá 6 medidores.

Vale mencionar que os problemas iniciais foram solucionados, sendo que posteriormente não se apresentaram mais. Estes problemas ajudaram também para aperfeiçoar o equipamento. A última versão dispõe de um filtro para evitar eventuais interferências ocasionadas principalmente pela utilização de reatores eletrônicos de má qualidade.

Na tabela 6.1. estão indicados os dados relacionados com a localização e a data da instalação destes medidores. Adicionalmente, para efeitos de comparação e análise, na tabela 6.2. estão indicadas as principais características dos sistemas fotovoltaicos e das cargas instaladas nas moradias monitoradas dessas quatro comunidades.

Tabela 6.1. Localização e data de instalação dos medidores de Ah.

| FAMÍLIAS | COMUNIDADE | MUNICÍPIO | Nº de Medidores | Data de Instalação | Observações |
|----------|-------------|-------------|-----------------|--------------------|--|
| Fam1 | Varadouro | Cananéia | 1 | 1/11/98 | |
| Fam2 | Varadouro | Cananéia | 1 | 1/11/98 | |
| Fam3 | Varadouro | Cananéia | 1 | 1/11/98 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam4 | Varadouro | Cananéia | 1 | 8/12/98 | |
| Fam5 | Varadouro | Cananéia | 1 | 1/11/98 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam6 | Varadouro | Cananéia | 1 | 8/12/98 | |
| Fam7 | Varadouro | Cananéia | 1 | 8/12/98 | |
| Fam8 | Retiro | Cananéia | 1 | 6/2/99 | |
| Fam9 | Retiro | Cananéia | 1 | 6/2/99 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam10 | Sítio Artur | I. Comprida | 1 | 7/12/98 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam11 | Sítio Artur | I. Comprida | 1 | 7/12/98 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam12 | Sítio Artur | I. Comprida | 1 | 7/12/98 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam13 | Sítio Artur | I. Comprida | 1 | 7/12/98 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam14 | Sítio Artur | I. Comprida | 1 | 22/3/99 | Problemas iniciais com os reatores eletrônicos |
| Fam15 | Marujá | Cananéia | 1 | 21/3/99 | |
| Fam16 | Marujá | Cananéia | 3 | 21/3/99 | |
| Fam17 | Marujá | Cananéia | 1 | 21/3/99 | |
| Fam18 | Marujá | Cananéia | 1 | 21/3/99 | |

Tabela 6.2. Características dos sistemas fotovoltaicos e das cargas instaladas nas moradias das comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

| | Gerador (Wp) | Bateria (Ah) | Iluminação fluorescente (# X W) | Iluminação incandescente (# X W) | Rádio (W) | TV P&B (W) | Receptor parabólico (W) | Aparelho de som (W) | Rádio transmissor | Ventilador |
|---------|--------------|--------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------|------------|-------------------------|---------------------|-------------------|------------|
| FAM 1 | 70 | 135 | 2 X 20 1 X 15 | 1 X 2 | 15 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 2 | 35 | 135 | 1 X 20 2 X 15 | 1 X 2 | 10 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 3 | 35 | 135 | 2 X 20 1 X 15 | 1 X 2 | 10 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 4 | 35 | 135 | 1 X 20 2 X 15 | 1 X 2 | 10 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 5 | 35 | 135 | 1 X 20 2 X 15 | 1 X 2 | 10 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 6 | 35 | 135 | 2 X 20 1 X 15 | 1 X 2 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 7 | 35 | 135 | 1 X 20 2 X 15 | 1 X 2 | 6 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 8 | 48 | 135 | 1 X 20 2 X 15 | 1 X 2 | 10 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 9 | 48 | 135 | 1 X 20 1 X 15 | 1 X 2 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 10* | 110 | 135 | 2 X 20 2 X 15 | ----- | ----- | 15 | 18 | 15 | ----- | 20 |
| FAM 11 | 110 | 135 | 2 X 20 2 X 15 | ----- | ----- | 15 | 18 | ----- | Tx. 20W Rx. 8W | ----- |
| FAM 12 | 110 | 135 | 2 X 20 2 X 15 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 13 | 110 | 135 | 2 X 20 2 X 15 | ----- | 6 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| FAM 14 | 110 | 135 | 2 X 20 1 X 15 | ----- | ----- | 15 | 18 | ----- | ----- | ----- |
| FAM 15 | 70 | 136 | 1 X 15 1 X 10 1 X 9 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Tx. 20W Rx. 8W | ----- |
| FAM 16* | 96 | 190 | 2 X 20 1 X 15 1 X 9 | 2 X 2 | ----- | ----- | ----- | 15 | ----- | ----- |
| FAM 17 | 140 | 108 | 4 X 9 | ----- | ----- | ----- | ----- | 10 | ----- | ----- |
| FAM 18 | 140 | 108 | 3 X 9 1 X 10 | 1 X 2 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

* Possuem um inversor DC/AC.

FAM 1 – 7 : Comunidade de Varadouro

FAM 8 – 9 : Comunidade de Retiro

FAM 10 – 14: Comunidade de Sítio Artur

FAM 15 – 18: Comunidade de Marujá

A informação anterior se complementa com as características familiares especificadas nas tabelas 5.1., 5.2., 5.3. e 5.4. O conjunto desses dados nos deve permitir a análise do comportamento dos sistemas fotovoltaicos e as relações entre cargas, consumo e desempenho das baterias.

Cabe mencionar que a escolha de lâmpadas incandescentes de 2 W instaladas nas comunidades de Varadouro e Retiro foi a melhor alternativa para substituir as velas ou lamparinas a querosene que, devido aos hábitos dessas comunidades, ficavam acesas

permanentemente durante a noite. Entretanto na comunidade de Marujá, por iniciativa dos próprios moradores, estas lâmpadas foram instaladas nas salas e dormitórios brindando aos moradores uma iluminação muito agradável. O consumo energético destas lâmpadas não representou um aumento considerável na demanda como um todo.

6.2. Resultados das medições de consumo

Ao longo de mais de um ano foram feitas as medições de consumo energético nessas 18 moradias. De acordo à metodologia empregada, os valores de consumo fornecidos por estes medidores foram dados em Ah/dia, no entanto, este consumo também pode ser expressado em Wh/dia ou kWh/mês. O consumo em Wh/dia se determina simplesmente multiplicando o valor em Ah/dia pela tensão do sistema, em nosso caso $12V_{CC}$. Por outro lado, o consumo em kWh/mês se obtém somando os consumos diários em Ah/dia, para o respectivo mês, e multiplicando este valor pela tensão nominal do sistema.

Para efeitos de análise e de melhor comparação, a seguir serão mostrados e comentados os dados de consumo em kWh/mês. Estes dados são complementados com os histogramas e tabelas de consumo fornecidos no Anexo II, os quais correspondem à medição individual do consumo energético, em Ah/dia, de cada uma das famílias estudadas.

6.2.1. Comunidade de Varadouro

Tal como pode ser visto na tabela 6.3. os consumos das famílias desta comunidade flutuaram entre um valor máximo de 2,96 kWh/mês, correspondente à família 1 no mês de abril de 1999, e um valor mínimo de 0,11 kWh/mês consumido pela família 7 no mês de fevereiro de 2000. Podemos ver que esses consumos não são constantes ao longo do tempo, tanto na mesma família como entre todas elas.

No caso específico desta comunidade, estes consumos são relativamente muito baixos, existindo diversas razões a serem tratadas mais adiante, que poderiam explicar este comportamento.

Tabela 6.3. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Varadouro entre novembro 1998 e fevereiro 2000.

| | FAM1 | FAM2 | FAM3 | FAM4 | FAM5 | FAM6 | FAM7 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| NOV | 2,72 | 1,16 | | | | | |
| DEZ | 2,92 | 1,10 | 0,65 | 0,37 | 0,88 | 0,64 | 0,28 |
| JAN | 2,57 | 0,96 | 0,64 | 0,74 | 0,68 | 0,50 | 0,24 |
| FEV | 1,64 | 0,74 | 0,82 | 0,35 | 0,86 | 0,65 | 0,13 |
| MAR | 2,18 | 1,13 | 0,88 | 0,58 | 1,19 | 1,92 | 0,41 |
| ABR | 2,96 | 1,26 | 0,95 | 0,48 | 1,37 | 1,70 | 0,29 |
| MAI | 2,74 | 1,55 | 0,47 | 1,04 | 2,20 | 1,91 | 0,29 |
| JUN | 2,59 | 1,08 | | 0,59 | 1,68 | 0,82 | 0,18 |
| JUL | 1,84 | 1,24 | 0,71 | 0,38 | 1,39 | 1,18 | 0,22 |
| AGO | 1,98 | 1,32 | 1,07 | 0,49 | 1,84 | 1,06 | 0,16 |
| SET | 1,57 | 1,20 | 0,89 | 0,42 | 1,22 | 0,85 | 0,16 |
| OUT | 1,96 | 1,16 | 1,03 | 0,52 | 1,80 | 0,72 | 0,25 |
| NOV | 1,85 | 0,85 | 0,86 | 0,40 | 1,28 | 0,73 | 0,23 |
| DEZ | 2,28 | 1,15 | 0,79 | 0,44 | 1,24 | 0,44 | 0,47 |
| JAN | 1,26 | 1,13 | 0,88 | 0,64 | 1,68 | | 0,24 |
| FEV | 1,49 | 0,68 | 0,74 | 0,54 | 1,41 | | 0,11 |
| MÉD/Ano | 2,16 | 1,11 | 0,81 | 0,53 | 1,38 | 1,01 | 0,24 |

Adicionalmente, o histograma mostrado na figura 6.2. indica as grandes variações no consumo durante todos os meses que durou a pesquisa.

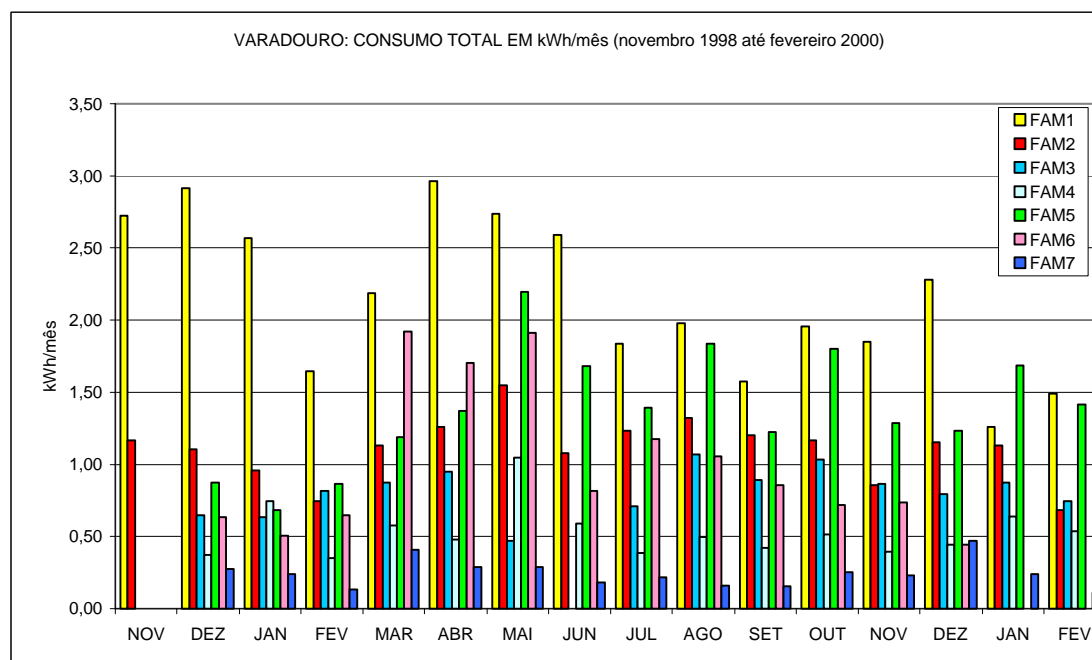


Figura 6.2. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Varadouro.

O consumo energético das famílias não guarda somente relação com a composição familiar. Assim por exemplo o consumo da família 1, conformada por 9 pessoas, está relacionado principalmente com o uso produtivo da eletricidade (trabalhos de artesanato) e, por tal motivo, teve que aumentar o tamanho de seu gerador fotovoltaico. Já no caso da família 7, embora esteja conformada somente por uma pessoa, seu baixo consumo se deve à freqüente ausência do mesmo por causa de sua atividade econômica (extrativismo de palmito). Por outro lado, a família 2 apesar de estar constituída por uma mulher adulta com 4 filhos jovens, seu consumo chega a ser menor que a família 5 conformada por um casal e duas crianças.

É necessário ainda comentar que a maioria dos moradores de Varadouro, ao momento da instalação dos sistemas, não estavam habituados a utilizar a iluminação fluorescente, nem tiveram contato com equipamentos elétricos relativamente sofisticados como são os usuais nas instalações fotovoltaicas. Para eles foi uma grande novidade a introdução dessa tecnologia e seu comportamento, perante esta inovação, foi de timidez e portanto mostraram muita inibição no uso desses sistemas. Este comportamento se reflete, com exceção da família 1, no baixo consumo da comunidade se comparada com as outras pesquisadas.

Vale salientar que o impacto que ocasionou a tecnologia fotovoltaica nesta comunidade tradicional ainda não foi pesquisado com profundidade. No entanto, alguns fatos mostram as transformações sofridas na comunidade por causa da introdução dessa tecnologia, assim por exemplo verificamos que devido a necessidade de garantir a sustentabilidade do projeto, as famílias tiveram que se organizar através da constituição de uma Associação de Moradores. Uma das conseqüências deste fato foi que a participação nesta organização modificou o papel dos homens, das mulheres e crianças na comunidade.

Por outro lado, o uso da iluminação fluorescente e do rádio, aos poucos levou as pessoas a adquirirem certas habilidades psicomotrices (uso de novas ferramentas, manipulação de baterias, observação de luzes indicativas, sintonização de freqüências e regulação do volume do rádio etc.) que finalmente se refletem na mudança de suas aspirações e o desejo

de dispor de outros equipamentos. Embora dependa do grau de adoção da tecnologia por parte dos usuários e da sustentabilidade do projeto, a intensidade deste impacto deve ser verificado mais adiante, com o transcurso do tempo. Com relação à demanda energética média desta comunidade, durante o tempo que durou a pesquisa, na figura 6.3. podemos observar o consumo de cada família em forma crescente.

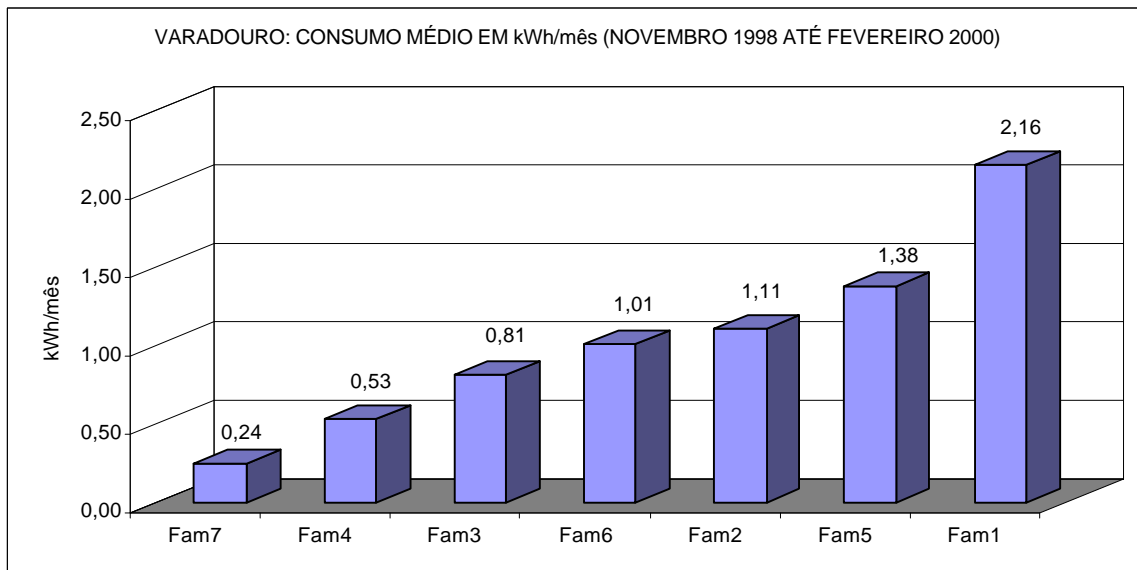


Figura 6.3. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Varadouro entre novembro 1998 e fevereiro 2000.

O gráfico demonstra claramente que o consumo energético das famílias é muito diferente, embora todos disponham, com exceção da família 1, do mesmo sistema fotovoltaico. Estes resultados nos conduzem a acreditar que os consumos serão maiores à medida que o desenvolvimento sócioeconômico das famílias e da comunidade como um todo, lhes brinde a oportunidade de elevar seu nível de renda e todos os parâmetros de desenvolvimento tanto pessoal como comunitário. No entanto, este desenvolvimento depende em grande parte de variáveis externas.

Por outro lado, este aspecto guarda muita relação com o grau de influência que os centros urbanos exercerão sobre o estilo de vida desta comunidade tradicional e como seus habitantes poderão assimilá-lo. Este assunto representa um ponto de crucial importância

dada a condição desta comunidade que ainda sobrevive empregando os ancestrais métodos de sobrevivência da cultura caiçara. O dilema é como elevar seu grau de desenvolvimento respeitando, ao mesmo tempo, suas ancestrais formas de vida sem interferir bruscamente em seu meio ambiente.

6.2.2. Comunidade de Retiro

De acordo com os dados da tabela 6.4., o valor máximo do consumo energético foi de 3,06 kWh/mês obtido pela família 9 no mês de julho de 1999. O valor mínimo foi de 0,42 kWh/mês alcançado pela mesma família no mês de dezembro de 1999. Novamente comprovamos que o consumo é variável de uma família para outra, apesar de ambas famílias possuírem o mesmo tipo de sistema.

Tabela 6.4. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Retiro entre fevereiro 1999 e fevereiro 2000.

| | FAM 8 | FAM 9 |
|---------|-------|-------|
| FEV | 0,61 | 0,58 |
| MAR | 2,51 | 1,20 |
| ABR | 2,60 | |
| MAI | 2,76 | |
| JUN | 2,21 | |
| JUL | 2,95 | 3,06 |
| AGO | 2,47 | 2,63 |
| SET | 2,50 | 1,94 |
| OUT | 2,60 | 1,97 |
| NOV | 2,02 | 1,78 |
| DEZ | 1,62 | 0,42 |
| JAN | 1,84 | |
| FEV | 1,45 | |
| MÉD/ano | 2,16 | 1,70 |

Além disso, através do histograma mostrado na figura 6.4. podemos observar as grandes variações no consumo energético dessas famílias.

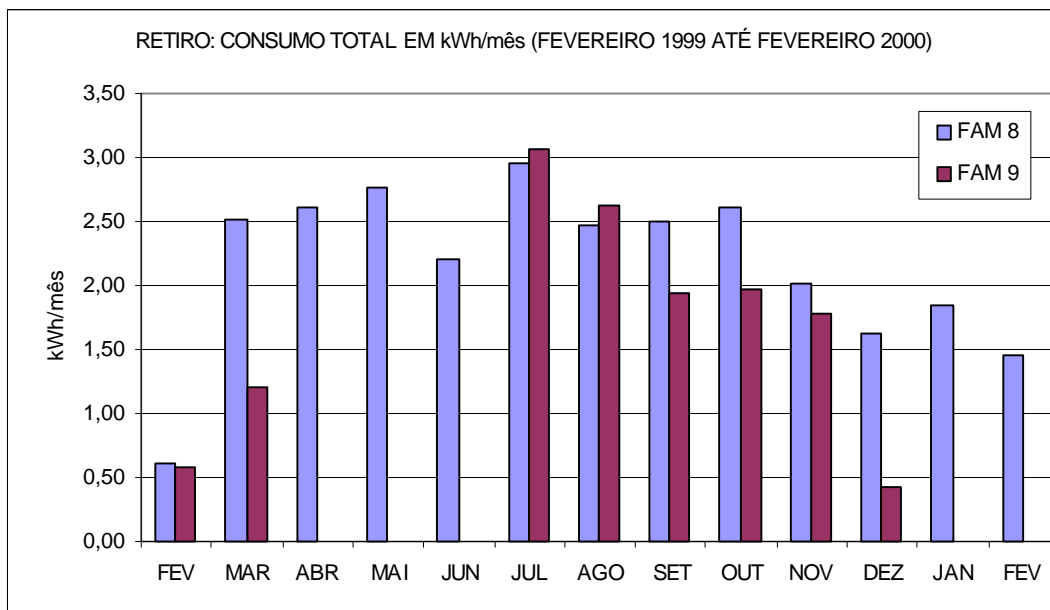


Figura 6.4. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Retiro.

Estes dois casos são muito representativos no sentido de como o comportamento pessoal e da família como um todo, influí no consumo. Por um lado temos a família 8 muito bem constituída e estável, relativamente numerosa e com filhos jovens. De outro lado temos a família 9 também numerosa e, por diversas causas, com sérios problemas na constituição familiar. Ambas famílias dispõem praticamente da mesma renda derivada da mesma atividade econômica (pesca e extrativismo de ostras). Adicionalmente, os chefes das famílias e os filhos jovens, estão capacitados para realizar a manutenção dos sistemas.

Em todos os anos da duração do projeto fotovoltaico, o sistema da família 8 nunca falhou, embora tenham trocado uma bateria por causa da sua morte no tempo normal de funcionamento. Esta família participa ativamente da Associação de Moradores e paga pontualmente suas obrigações econômicas para manter o fundo que assegura a compra das mesmas. No caso da família 9 seu sistema teve freqüentes problemas, o que se manifesta na irregularidade das medições de consumo. Sua participação na Associação também é muito irregular, assim, não podem sustentar seu sistema fotovoltaico.

Estas constatações nos induzem a verificar a grande relação existente entre o consumo energético e os hábitos pessoais. Este fato fica mais acentuado no caso da eletrificação fotovoltaica pois, neste tipo de tecnologia, existe uma enorme inter-relação entre o sistema e o usuário. O sistema obedece a leis físicas conhecidas, porém, seu correto funcionamento e desempenho depende da manutenção e dos cuidados por parte do usuário. Entretanto, o comportamento das pessoas (os usuários) é o resultado de uma série de respostas de origem psicossocial e cultural que, finalmente, se manifestarão no eficiente ou deficiente desempenho do sistema fotovoltaico.

No que tange ao consumo médio, durante a realização da pesquisa nesta comunidade, na figura 6.5. se mostra comparativamente a demanda em kWh/mês.

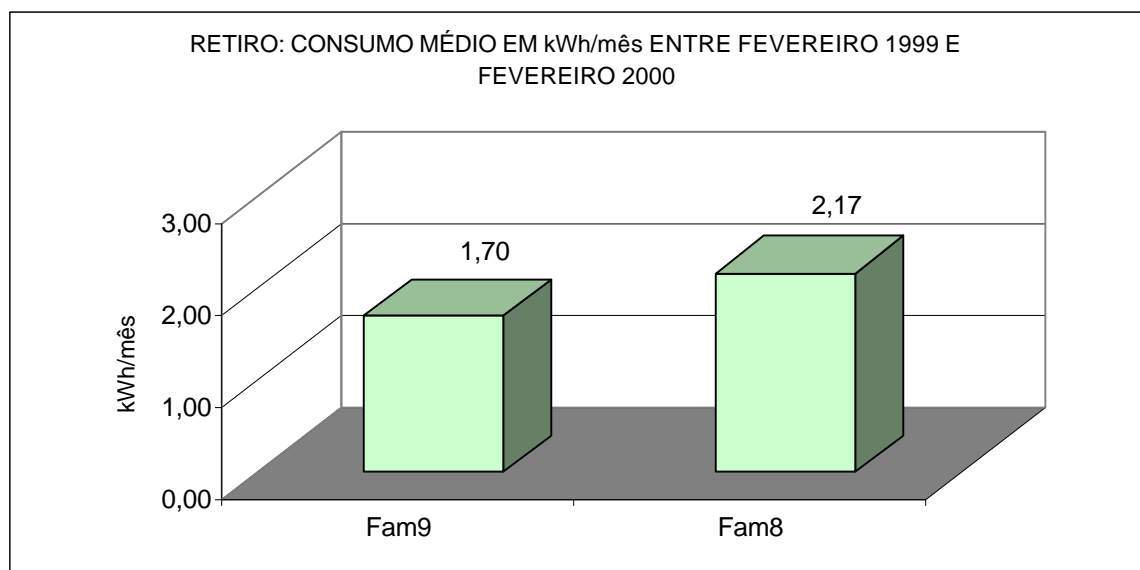


Figura 6.5. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Retiro entre fevereiro 1999 e fevereiro 2000.

Podemos verificar o baixo consumo das famílias, em torno de 2 kWh/mês, que pode aumentar à medida que a situação sócioeconômica das mesmas melhora. Neste sentido, de acordo com os dados recolhidos ao longo da pesquisa, conforme tabela 5.2., as aspirações da família 8 estão dirigidas a dispor de equipamentos usuais ao meio urbano, embora estejam cientes da sua condição de moradores rurais e da impossibilidade de dispor da rede elétrica. Por outro lado, para sua subsistência estas pessoas dependem do meio ambiente

físico que sua comunidade apresenta. Fica o dilema, igual ao caso de Varadouro e das outras comunidades, de levar o desenvolvimento sócioeconômico respeitando o entorno familiar.

6.2.3. Comunidade de Sítio Artur

Como pode ser observado na tabela 6.5., o maior consumo corresponde à família 10, a qual alcançou 8,38 kWh/mês no mês de março de 1999. O menor consumo foi de 0,13 kWh/mês obtido pela família 14 no mês de junho de 1999. De forma diferente aos casos anteriores, nesta comunidade os consumos são relativamente altos pois algumas moradias (principalmente das famílias 10 e 11) dispõem, além da iluminação, de televisão, ventiladores e sistemas de radiocomunicação. De novo comprovamos que o consumo é muito variável, apesar das famílias disporem do mesmo tipo de sistema fotovoltaico.

Tabela 6.5. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Sítio Artur entre dezembro 1998 e fevereiro 2000.

| | FAM10 | FAM11 | FAM12 | FAM13 | FAM14 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DEZ | 0,80 | 3,07 | 1,08 | 0,74 | |
| JAN | 3,68 | 3,64 | 1,96 | 0,54 | |
| FEV | 7,50 | 3,40 | 1,22 | 0,73 | |
| MAR | 8,38 | 3,32 | 0,70 | 1,00 | |
| ABR | 5,63 | 3,18 | 2,32 | 2,57 | 0,89 |
| MAI | 5,76 | 3,65 | 5,08 | 2,83 | 0,59 |
| JUN | 4,82 | 3,37 | 4,87 | 2,34 | 0,13 |
| JUL | 4,55 | 3,54 | 4,06 | 1,79 | 0,22 |
| AGO | 5,89 | 3,23 | 2,17 | 1,27 | 0,29 |
| SET | 4,01 | 3,24 | 1,40 | 1,44 | 0,32 |
| OUT | 3,44 | 3,04 | 1,63 | 1,12 | 0,84 |
| NOV | 5,10 | 2,77 | 1,57 | 0,91 | 0,59 |
| DEZ | 3,82 | 2,36 | 1,61 | 0,79 | 0,43 |
| JAN | 3,54 | 1,18 | 2,16 | 1,52 | 0,35 |
| FEV | 5,59 | 2,53 | 1,58 | 0,89 | 0,54 |
| MÉD/ano | 4,83 | 3,03 | 2,23 | 1,37 | 0,47 |

Reforçando a observação anterior, o histograma de consumo indicado na figura 6.6. nos mostra a enorme variação da demanda energética. Estas diferenças guardam relação com uma série de variáveis que influem de maneira ampla nessas flutuações do consumo.

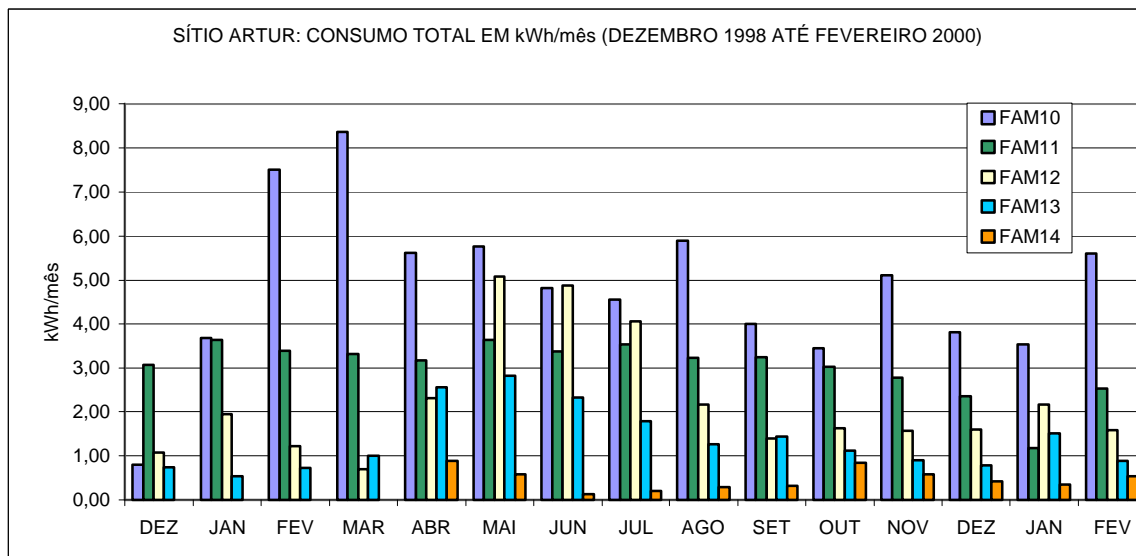


Figura 6.6. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Sítio Artur.

Como exemplo ilustrativo do comportamento da demanda energética no meio rural temos as famílias 10 e 11. A disposição de suas moradias e o uso de eletrodomésticos estão relacionados com a influência do contato destas famílias com as áreas eletrificadas convencionalmente. Se pode observar na tabela 5.3. como estas famílias aspiram a possuir eletrodomésticos que tendem a igualar-se aos encontrados nas zonas urbanas, apesar de suas moradias estarem localizadas em um local isolado e de difícil eletrificação por meio da rede elétrica. Para eles a eletrificação com tecnologia fotovoltaica significou um avanço muito grande em suas aspirações, o que os levou a desenvolver um nível muito alto de inter-relacionamento com seus sistemas fotovoltaicos. Cabe mencionar que nesta comunidade a única família que possui inversor DC/AC é a família 10 o que influiria também em seu consumo, dada a possibilidade de dispor de eletrodomésticos de corrente alternada.

Por outro lado, temos o caso da família 14 cujo consumo é muito baixo embora disponha do mesmo tipo de sistema. Igualmente acontece nas outras comunidades e estas constatações nos levam a refletir sobre o fato de implantar sistemas fotovoltaicos idênticos para todas as famílias. As medições obtidas nos induzem a acreditar que não necessariamente isto deve ser a regra geral e, previamente à implantação, se deveria

promover o conhecimento da realidade sócioeconômica e cultural das famílias a serem contempladas nos projetos de eletrificação, no caso, utilizando tecnologia fotovoltaica.

A demanda média, em kWh/mês, está indicado na figura 6.7. de maneira ascendente e de acordo com o consumo familiar.

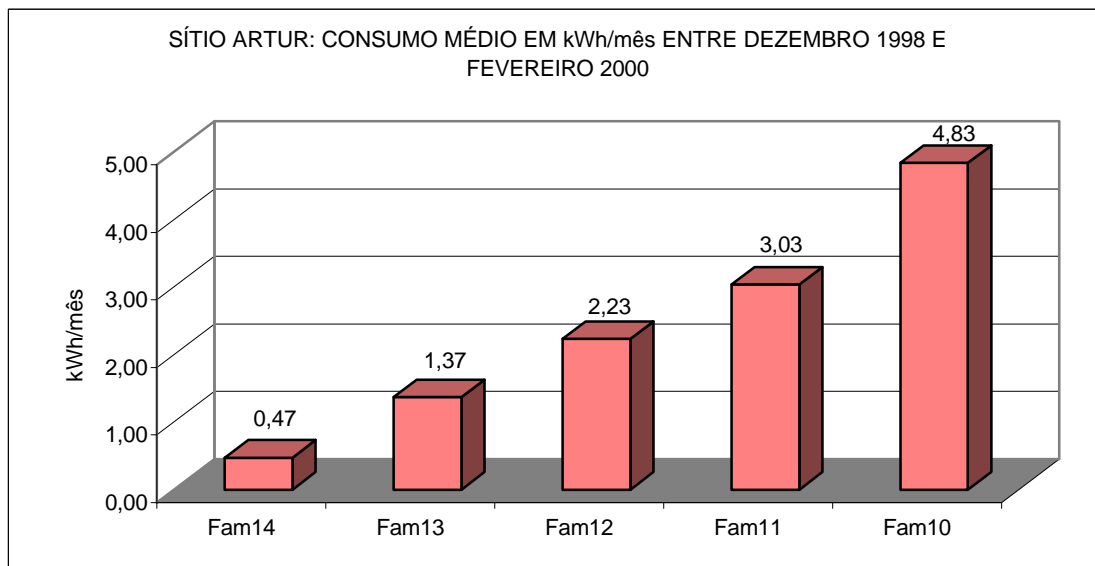


Figura 6.7. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Sítio Artur entre dezembro 1998 e fevereiro 2000.

Este gráfico, como os outros mostrados anteriormente, permite distinguir alguns níveis de consumo relacionados com algumas variáveis a serem discutidas mais adiante. Obviamente a família 14 não poderia dispor de um sistema fotovoltaico igual ao das famílias 10 e 11, neste caso, seu sistema estaria sobredimensionado.

Em resumo, o gráfico nos insinua três tipos de consumidores, um dos quais estaria conformado pelas famílias 10 e 11, outro pelas famílias 12 e 13 e, finalmente, em outro grupo estaria a família 14. Todas estas observações nos fazem ver a complexidade do comportamento da demanda no meio rural eletrificado com sistemas fotovoltaicos e, além disso, fica em evidência a enorme relação entre essa demanda e o dimensionamento dos sistemas.

6.2.4. Comunidade de Marujá

Segundo o indicado na tabela 6.6. o maior consumo alcançado nesta comunidade foi de 7,52 kWh/mês obtido pela família 16 no mês de janeiro de 2000. Em contrapartida, o menor consumo correspondeu à família 17 que no mês de junho de 1999 obteve 0,44 kWh/mês. Como foi constatado nas outras comunidades, a demanda energética verificada tem grandes diferenças ao longo do ano e entre as famílias, isto pode ser observado no histograma de consumo da figura 6.8.

Tabela 6.6. Consumo total mensal e consumo médio anual em kWh/mês das famílias da comunidade de Marujá entre abril 1999 e fevereiro 2000.

| | FAM15 | FAM16 | FAM17 | FAM18 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| MAR | 4,20 | 2,60 | 1,32 | 1,83 |
| ABR | 5,24 | 2,27 | 1,06 | 2,24 |
| MAI | 4,62 | 3,01 | 0,95 | 2,86 |
| JUN | 3,20 | 2,54 | 0,44 | 1,70 |
| JUL | 3,01 | 4,49 | 1,81 | 2,40 |
| AGO | 3,02 | 4,40 | 3,00 | 2,50 |
| SET | 3,67 | 5,06 | 2,98 | 1,26 |
| OUT | 3,44 | 4,81 | 2,35 | 3,02 |
| NOV | 3,72 | 4,31 | 2,59 | 2,86 |
| DEZ | 3,54 | 6,72 | 2,30 | 3,16 |
| JAN | 4,44 | 7,52 | 2,03 | 3,26 |
| FEV | 3,87 | 6,24 | 1,60 | 2,16 |
| MÉD/ano | 3,83 | 4,50 | 1,87 | 2,44 |

Como já foi discutido nos capítulos anteriores, para efeitos da nossa pesquisa, nesta comunidade foram contemplados três tipos de sistemas -ver tabela 6.2.- sendo que as famílias 17 e 18 dispõem do maior gerador fotovoltaico (140 Wp) embora também tenham o menor sistema de acumulação de energia (108 Ah). O uso restringido de seus sistemas fotovoltaicos, por exigência da empresa elétrica, se reflete em seus consumos os quais expressam as limitações do mesmo apesar que paulatinamente foram aumentando suas cargas.

No caso da família 16, a única em possuir inversor DC/AC, seu consumo foi crescendo de acordo com a temporada pois, como já foi explicado, as atividades desta família estão relacionadas com a exploração do turismo. Foi constatado que nessa época ela emprega a eletricidade com fins produtivos pois no verão aumenta o número de visitantes à sua moradia e, portanto, utilizam mais à iluminação, o aparelho de som, o ventilador etc. O caso da família 15 é diferente pois, apesar de realizar atividades relacionadas também com o turismo (a casa funciona como albergue), a iluminação não é aproveitada diretamente para melhorar o conforto dos turistas como acontece com a família 16.

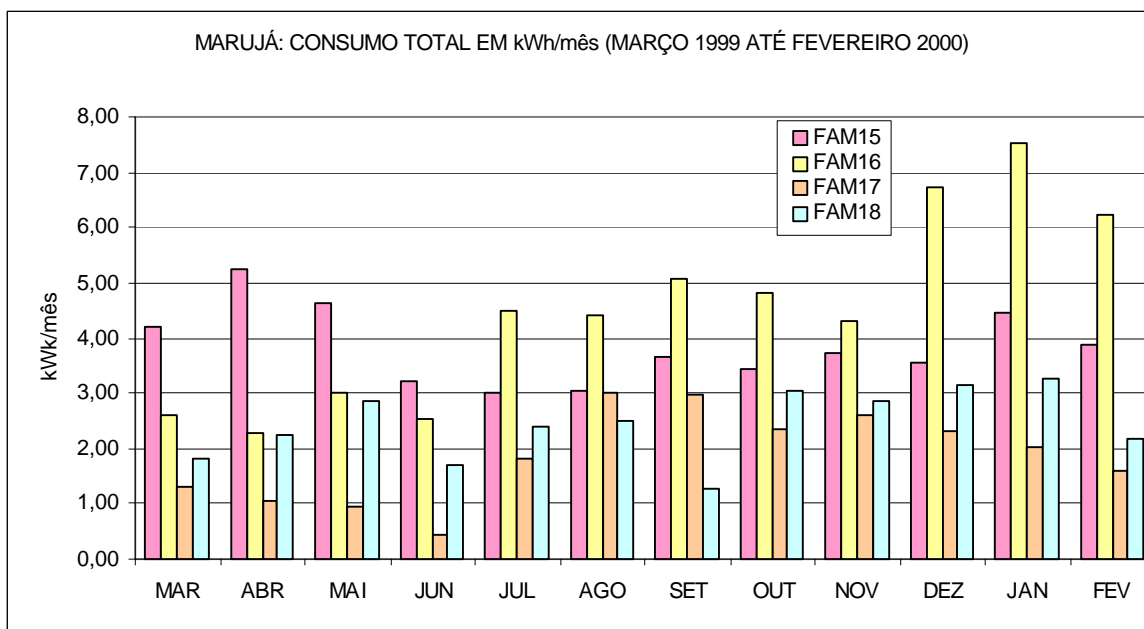


Figura 6.8. Histograma do consumo total em kWh/mês das famílias da comunidade de Marujá.

Além disso, observamos que os níveis de consumo alcançados pela família 16, a qual dispõe de corrente alternada por meio de um inversor DC/AC, também são o reflexo de suas aspirações e da mudança cultural que os levam a experimentar e utilizar todo tipo de eletrodomésticos e ferramentas que funcionam com eletricidade (aparelho de som, rádio, ventilador, furadeira, liquidificador, máquina de cortar cabelo etc.).

Se comparado aos usos energéticos de algumas das famílias da comunidade de Varadouro, há uma enorme diferença entre os comportamentos perante a eletrificação das famílias das

comunidades mais tradicionais e as que têm maior contato com as áreas urbanas. Tudo isso ficará refletido na demanda energética. Finalmente, com relação ao consumo médio alcançado pelas famílias ao longo da pesquisa, na figura 6.9. se mostra de maneira ascendente os valores obtidos.

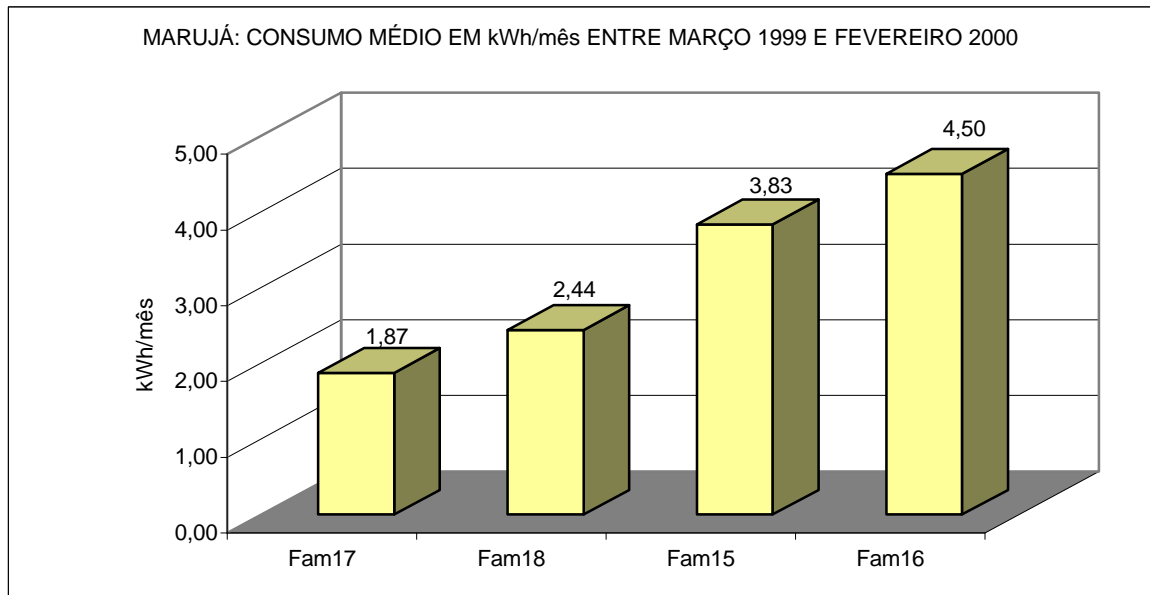


Figura 6.9. Consumo médio em kWh/mês das famílias da comunidade de Marujá entre abril 1999 e fevereiro 2000.

Igual como se observou no caso das outras comunidades, através deste gráfico se pode constatar que existem níveis de consumos diferentes de acordo com as características das famílias. Este fato nos conduz à possibilidade de agrupar os usuários de acordo com certas características que podem ser identificadas por meio do estabelecimento de pesquisas e metodologias apropriadas.

6.3. Algumas constatações derivadas dos resultados das medições

O estudo da demanda energética nas moradias eletrificadas com sistemas fotovoltaicos, especialmente das comunidades rurais, ainda não foi pesquisado com profundidade. Dada a novidade no uso desta tecnologia, este estudo por si só é muito extenso e com um grau muito alto de dificuldade por envolver desde variáveis de índole técnica e econômica até as

de origem social e cultural. Assim sendo, este tipo de pesquisa requer o desenvolvimento de instrumentos de medição com custo acessível, fáceis de transportar e capazes de fornecer a energia demandada com um certo grau de confiabilidade. Além disso, se deve pensar no estabelecimento de metodologias de obtenção de dados apropriadas, assim como no posterior tratamento e análise da informação obtida.

Levando em conta estes comentários, as constatações a serem mencionadas a seguir, fornecem algumas idéias iniciais sobre o comportamento energético no meio rural visto pelo lado da demanda. Todas estas constatações são passíveis de serem ampliadas através de pesquisas mais avançadas, no entanto, estas reflexões devem chamar a atenção a respeito do comportamento da demanda energética no meio rural eletrificado com sistemas fotovoltaicos.

Muitas destas comunidades rurais, por razões que guardam relação com suas peculiares características de sobrevivência, estão localizadas em regiões isoladas e de difícil acesso sendo que a maioria das moradias, de acordo com as atividades dos moradores, ocupam o espaço de maneira dispersa e sem seguir os padrões urbanos. Vale salientar que a maioria destas famílias são de baixa renda.

6.3.1. Comparação da demanda energética das comunidades pesquisadas

Na tabela 6.7. estão relacionados os consumos mínimos e máximos, o consumo energético médio anual e o desvio padrão da demanda energética obtida nas moradias das famílias pesquisadas. Contrariamente às suposições feitas no momento de dimensionar os sistemas fotovoltaicos pelos métodos conhecidos, podemos constatar através desses dados que os consumos medidos não guardam nenhuma regularidade ao longo do tempo.

Por outro lado, a observação geral do desvio padrão dos consumos nos leva a constatar também que, devido a uma série de fatores, os consumos de cada família variam em níveis tais que não poderíamos utilizar um mesmo sistema para toda a comunidade.

Tabela 6.7. Consumos mínimo, máximo, médio anual e desvio padrão das famílias monitoradas nas comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

| | CONSUMO MÍNIMO (kWh/mês) | | CONSUMO MÁXIMO (kWh/mês) | | CONSUMO MÉDIO ANUAL (kWh/mês) | DESVIO PADRÃO (kWh/mês) |
|--------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------|
| | VALOR | PERÍODO | VALOR | PERÍODO | | |
| FAM 1 | 1,26 | JAN 00 | 2,96 | ABR 99 | 2,16 | 0,54 |
| FAM 2 | 0,74 | FEV 00 | 1,55 | MAI 99 | 1,11 | 0,22 |
| FAM 3 | 0,47 | MAI 99 | 1,07 | AGO 99 | 0,81 | 0,16 |
| FAM 4 | 0,35 | FEV 99 | 1,04 | MAI 99 | 0,53 | 0,18 |
| FAM 5 | 0,68 | JAN 99 | 2,20 | MAI 99 | 1,38 | 0,41 |
| FAM 6 | 0,44 | DEZ 99 | 1,92 | MAR 99 | 1,01 | 0,52 |
| FAM 7 | 0,11 | FEV 00 | 0,47 | DEZ 99 | 0,24 | 0,10 |
| FAM 8 | 0,61 | FEV 99 | 2,95 | JUL 99 | 2,16 | 0,65 |
| FAM 9 | 0,42 | DEZ 99 | 3,06 | JUL 99 | 1,70 | 0,93 |
| FAM 10 | 0,80 | DEZ 98 | 8,38 | MAR 99 | 4,83 | 1,81 |
| FAM 11 | 1,18 | JAN 00 | 3,65 | MAI 99 | 3,03 | 0,64 |
| FAM 12 | 0,70 | MAR 99 | 5,08 | MAI 99 | 2,23 | 1,35 |
| FAM 13 | 0,54 | JAN 99 | 2,83 | MAI 99 | 1,37 | 0,72 |
| FAM 14 | 0,13 | JUN 99 | 0,89 | ABR 99 | 0,47 | 0,24 |
| FAM 15 | 3,01 | JUL 99 | 5,24 | ABR 99 | 3,83 | 0,68 |
| FAM 16 | 2,27 | ABR 99 | 7,52 | JAN 00 | 4,50 | 1,71 |
| FAM 17 | 0,44 | JUN 99 | 3,00 | AGO 99 | 1,87 | 0,82 |
| FAM 18 | 1,26 | SET 99 | 3,26 | JAN 00 | 2,44 | 0,63 |

FAM 1 – 7 : Comunidade de Varadouro

FAM 10 – 14: Comunidade de Sítio Artur

FAM 8 – 9 : Comunidade de Retiro

FAM 15 – 18: Comunidade de Marujá

Desse modo, cada usuário corresponde a um caso particular e, teoricamente, deveria ter um sistema dimensionado de acordo com suas necessidades. Embora isto seja impraticável, dada a padronização dos sistemas, de acordo com alguns parâmetros que caracterizariam os usuários, se deveria identificar as famílias que fariam parte de grupos similares de consumidores. Esta identificação permitiria introduzir sistemas fotovoltaicos de diferentes tamanhos e mais de acordo com as necessidades reais das famílias. As principais vantagens desta metodologia estariam associadas aos custos e ao desempenho das baterias.

Outro aspecto que merece ser comentado é o fato de que as medições efetuadas permitem enfatizar que a prática de utilizar um mesmo sistema para todas as famílias, tecnicamente conduz ao risco de muitos dos sistemas estarem sobredimensionados e outros subdimensionados. Cada uma destas situações têm conseqüências a serem verificadas no desempenho do sistema ao longo do tempo, portanto, a tendência metodológica de

identificar previamente os consumidores também teria a vantagem de evitar ambas situações.

Adicionalmente, a pesquisa permitiu constatar a influência no consumo da disponibilidade de corrente alternada nas moradias rurais através do uso de inversores DC/AC, casos das famílias 10 e 16. A importância deste equipamento radica em que as famílias podem utilizar todo tipo de eletrodomésticos (TV colorida, aparelho de som, ventilador, liquidificador etc.) liberando sua demanda reprimida. Este fato merece ser pesquisado com maior profundidade dadas as implicações na sustentabilidade dos projetos.

A modo de ilustrar os comentários anteriores, no gráfico indicado na figura 6.10. podemos observar a distribuição do consumo médio anual em kWh/mês, de forma ascendente, das famílias estudadas. Este gráfico, objetivamente, nos mostra que o comportamento da demanda energética dos usuários fotovoltaicos envolve muitos fatores que o tornam diferente de uma família para outra. O gráfico também permite distinguir alguns grupos de consumo com características similares a serem comentadas mais adiante.

Uma importante constatação, derivada dos resultados das medições, é que a demanda energética das quatro comunidades pesquisadas difere do verificado na experiência espanhola (6,90 - 4,80 e 3,60 kWh/mês respectivamente). No caso da pesquisa, a maior parte das famílias tem um consumo inferior a 3 kWh/mês.

Vale salientar ainda que contrariamente ao caso dessa experiência, onde os cenários de consumo propostos estavam baseados na quantidade e na idade dos moradores, de acordo com o verificado através da nossa pesquisa, existe uma grande variação nos consumos dessas famílias e as razões dessas diferenças não se devem estritamente ao número de pessoas que conformam cada uma delas nem à sua idade. Se faz necessário então identificar os outros fatores que, ademais da composição familiar, poderiam influir no comportamento da demanda energética no meio rural pesquisado.

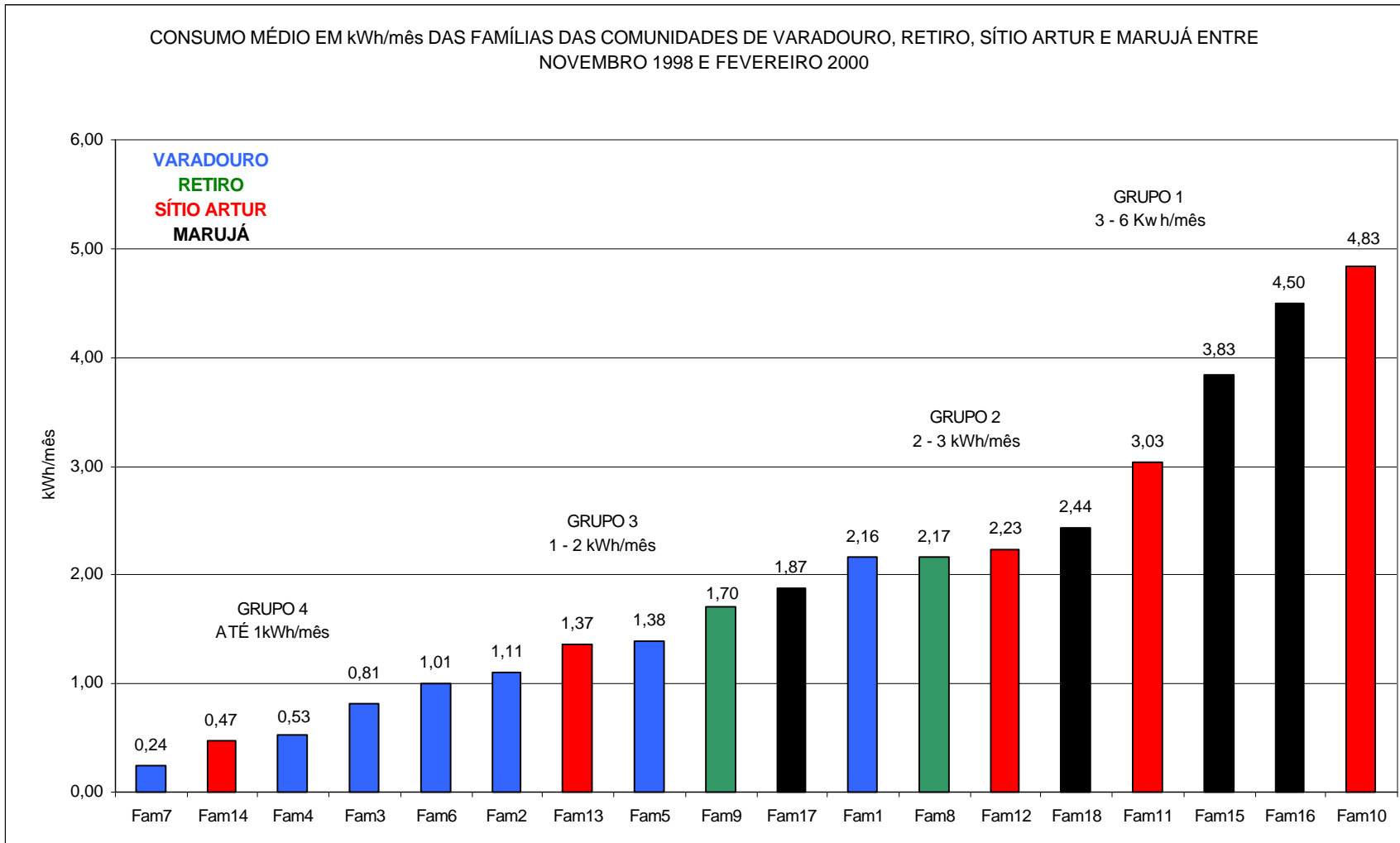


Figura 6.10. Consumo médio anual em kWh/mês das famílias monitoradas nas comunidades de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia.

6.3.2. Fatores que influem na demanda energética

A observação e análise dos dados de consumo fornecidos por nossa pesquisa, nos habilitam a identificar alguns fatores que exercem certo grau de influência na demanda energética tal como mencionado também por outros pesquisadores [Wodon Q.T., 1999], [Ramos Niembro G. et al., 1999], [Pompermayer & Charnet, 1996]. De acordo as nossas observações, estas constatações podem ser resumidas da seguinte maneira:

6.3.2.1. O nível de renda e sua influência no consumo

Muitas das análises feitas sobre o comportamento da demanda energética seguem os lineamentos baseados na economia de mercado e conduzem a afirmar que a principal variável que influi no consumo energético é o nível de renda dos consumidores. De forma geral, o consumo energético guardaria relação com o desenvolvimento sócioeconômico das famílias, ou seja, seus requerimentos energéticos seriam maiores à medida que aumenta sua renda [Vringer & Blok, 1995], [Naqvi F., 1998].

Segundo esta lógica, conforme as pessoas disponham de maior renda, elas terão maior capacidade econômica para adquirir eletrodomésticos e portanto aumentarão seu consumo energético. Cabe observar que toda esta análise está baseada em dados resultantes do estudo do comportamento da demanda energética no meio urbano, isto é, em consumidores ligados à rede elétrica.

Adicionalmente, outras análises estão dirigidas a elucidar o comportamento dos consumidores no meio rural conectados também à rede elétrica, onde se constata por exemplo que “*as moradias eletrificadas tendem a ser aquelas dos grupos de alto ingresso econômico e isto leva a refletir sobre o processo histórico da eletrificação no país: as moradias de maior renda dispõem de maiores facilidades para obter o acesso à rede elétrica*” [Davis M., 1998]. De acordo com isto, se pode constatar que na eletrificação rural através da rede, o nível de renda determinaria também o comportamento da demanda energética.

Em contrapartida, com relação ao meio rural de baixa renda, isolado, disperso, de difícil acesso e nunca antes eletrificado, pouco se tem estudado sobre o comportamento da demanda energética permanecendo até agora um grande vazio nesse campo. Assim, seria muito interessante verificar se todos esses modelos econômicos que tentam explicar o comportamento da demanda no meio urbano ou rural conectado a rede elétrica, são também válidos no meio rural eletrificado com sistemas fotovoltaicos.

Com relação a este último ponto, é necessário frisar que para realizar a análise do nível de renda e sua relação com a demanda energética se deve considerar, em primeiro lugar, que geralmente os usuários da rede elétrica não têm noção dos limites de seu sistema, isto porque o fornecimento de eletricidade através desses meios, sob condições normais, é contínuo ao longo do tempo e não precisa ser utilizado qualquer meio de armazenamento energético.

No pensamento desses usuários a quantidade de energia é ilimitada, não existindo maiores preocupações em sua administração, a qual fica sob a responsabilidade da empresa. Esta atitude se reflete em seu grande consumo energético, muitas vezes chegando até níveis do desperdício. Em resumo, a idéia ou paradigma estabelecido é que a empresa elétrica tem a obrigação de fornecer essa energia de forma contínua, abundante, sustentável e com boa qualidade.

Por outro lado, a geração elétrica com tecnologia fotovoltaica, no atual estágio de seu desenvolvimento, ainda é considerada como uma forma de fornecimento energético com muitas limitações, relacionadas principalmente com os custos altos, com sua dependência às condições climáticas e com o desempenho do sistema de armazenamento energético.

Embora este fato seja de conhecimento dos usuários rurais (de baixa renda, isolados e dispersos), de longe esta tecnologia lhes resulta uma ótima alternativa para substituir todos os combustíveis, artefatos ou quaisquer meios que lhes proporcionam um serviço energético de baixíssima qualidade (querosene, gás, óleo diesel, pilhas, velas, lamparinas, lanternas etc.). É conhecido, por exemplo, que os sistemas de iluminação fluorescente

utilizados nos sistemas fotovoltaicos são de alta eficiência e ótimo desempenho. Além disso, a preocupação dos fabricantes envolvidos com essa tecnologia é produzir elementos de usos finais também de alto desempenho e baixo consumo.

Devido a todos estes fatos, o comportamento dos usuários da tecnologia fotovoltaica é muito diferente daqueles eletrificados através da rede. Os usuários fotovoltaicos geralmente são conscientes das limitações de seu sistema e portanto o administram melhor. Muitas das tarefas relacionadas com a manutenção são feitas por eles mesmos, ademais, conhecem as virtudes derivadas do uso de aparelhos elétricos de baixo consumo e bom desempenho. Por outro lado, durante a implantação dos sistemas fotovoltaicos e em seu posterior funcionamento, implicitamente fica clara a necessidade de praticar a conservação de energia.

Portanto, para fazer as comparações entre um consumidor urbano ligado à rede com um consumidor rural fotovoltaico, se deveria levar em conta estas particularidades e não somente a quantidade de kWh consumidas. Assim sendo, o estudo da influência do nível de renda no consumo energético dos usuários fotovoltaicos deve considerar todos os fatos derivados das peculiaridades dessa tecnologia.

Adicionalmente, o comportamento da renda no meio rural especificado tampouco pode ser analisado de acordo com os mesmos parâmetros empregados no meio urbano onde, geralmente, prevalece o ponto de vista formal de considerar todas as pessoas como assalariadas ou dispendo de uma renda fixa mensal. Nesse meio rural, para a maioria das pessoas fica muito difícil determinar sua renda, pois muitos deles obtêm ingressos em moeda corrente de forma esporádica e dependendo da época do ano.

Por causa desta limitação, com a finalidade de possibilitar a análise e comparação em nosso estudo, o cálculo da renda média mensal em reais de muitas das famílias estudadas está baseado nos dados obtidos através das entrevistas com os chefes das mesmas e está resumida na tabela 6.8. Nesse cálculo não estamos considerando a renda que poderia

representar, por exemplo, a produção de alimentos no próprio local, a caça, a coleta, o extrativismo ou a criação de animais nos domicílios com fins de alimentação.

Tabela 6.8 Renda média mensal das famílias de Varadouro, Retiro, Sítio Artur e Marujá.

| | Fam 1 | Fam 2 | Fam 3 | Fam 4 | Fam 5 | Fam 6 | Fam 7 | Fam 8 | Fam 9 | Fam 10 | Fam 11 | Fam 12 | Fam 13 | Fam 14 | Fam 15 | Fam 16 | Fam 17 | Fam 18 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Renda R\$/mês | 400 | 136 | 136 | 275 | 136 | 136 | 125 | 650 | 450 | 600 | 400 | 225 | 150 | 180 | 950 | 550 | 550 | 550 |

A análise das implicações dessa economia rural mereceria ser realizada através de um estudo mais amplo e aprofundado. Dentro das muitas variáveis envolvidas, este estudo deveria incluir também as relações entre o desenvolvimento sócioeconômico, o consumo energético e o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos.

Em resumo, diante da problemática de analisar a influência do nível de renda no comportamento do consumo energético das famílias estudadas, consideramos que as constatações seguintes são um primeiro esboço desse estudo. De acordo aos dados obtidos, poderemos ver que, além do nível de renda, existem outras variáveis que influem nesse consumo.

Na curva azul da figura 6.11., de forma crescente se apresenta os dados de consumo em kWh/mês de todas as famílias pesquisadas. Na realidade é outra forma de representar os dados consignados no gráfico da figura 6.10. Adicionalmente, a curva vermelha mostra o comportamento da renda média estabelecida para cada uma dessas famílias.

O conjunto do gráfico tenta indicar as relações entre o consumo energético e o nível de ingresso econômico das famílias pesquisadas.

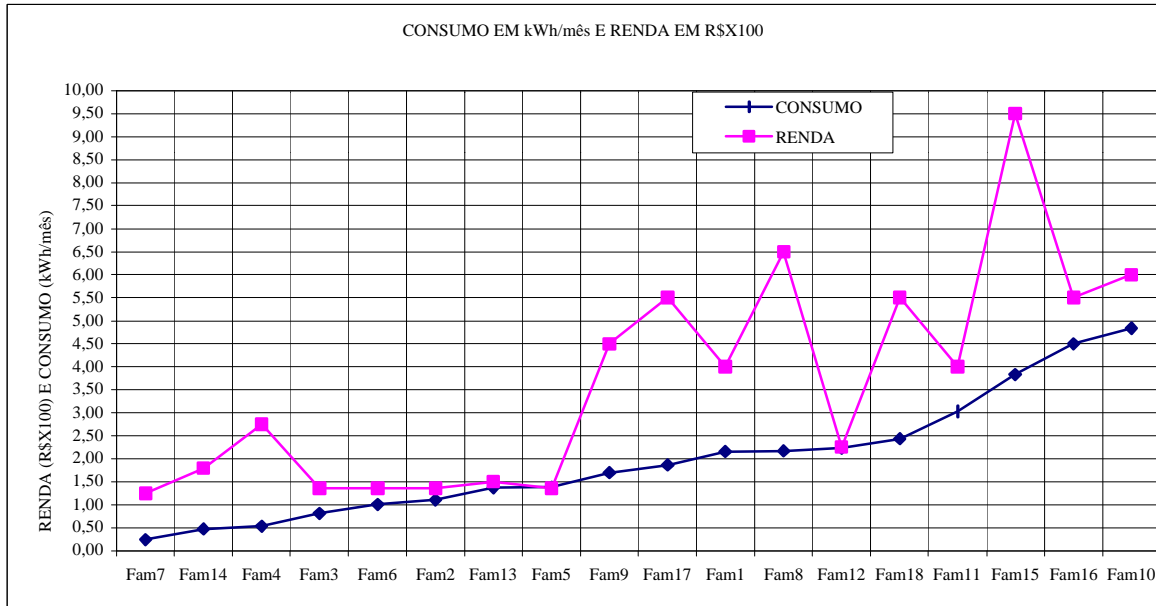


Figura 6.11. Consumo energético em kWh/mês e renda em R\$ x 100 das famílias das comunidades de Varadouro (1 – 7), Retiro (8 e 9), Sítio Artur (10 – 14) e Marujá (15 – 18).

O gráfico mostra que, apesar da curva de renda em alguns trechos tenha a tendência de acompanhar a curva do consumo (trechos entre as famílias 7-14-4; 3-6-2-13-5 e 9-17), também apresenta alguns pontos onde não existe uma relação proporcional entre a renda e o consumo das famílias. Assim por exemplo a família 4, embora disponha de maior renda, seu consumo é inferior às famílias 3, 6, 2, 5 e 13 com menor renda. Por outro lado, a família 8, com renda superior, tem menor consumo que as famílias 12, 18, 11 16 e 10 com menor renda. No mesmo sentido, observamos que a família 17, com maior renda e um sistema fotovoltaico também maior, tem menor consumo que as famílias 1 e 11 com menor renda. Também, a família 12, que dispõe de menor renda, se comparada à família 4 tem consumo muito maior que a mesma. Por último, a família 15 que usufrui de maior renda consome menos que a família 10 e 16 com menor renda.

Apesar desta análise ser muito geral e precisar de maior aprofundamento, estas constatações nos levam a acreditar que o comportamento da demanda energética no meio rural deve guardar relação com outras variáveis, além do nível de renda, que influiriam de maneira ampla em seu consumo energético. Neste sentido, é necessário ainda observar que as relações entre o nível de renda e o consumo são muito mais complexas e, considerando

os limites e os resultados da pesquisa, tudo leva a não podermos afirmar e concluir que somente o nível de renda é que determina o consumo energético das famílias rurais.

6.3.2.2. *Influência dos centros urbanos*

A pesquisa mostra que as famílias que por diversos motivos têm maior contato com os centros urbanos e culturalmente se encontram influenciados por esses centros, apesar de muitos deles viverem em locais de difícil acesso, isolados e dispersos, tendem a consumir mais (casos das famílias 1, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17 e 18). Estas famílias tendem a desenvolver atividades econômicas que, além de outras possibilidades, lhes permitem ter acesso aos eletrodomésticos usuais nos centros urbanos. Cabe ressaltar que não é necessário que toda a família esteja influenciada pelo modo de viver no meio urbano, basta que só um de seus integrantes tenha essa influência para tentar inovar o modo de vida da família como um todo. O exemplo mais ilustrativo é o caso da família 1 onde somente o chefe da mesma tem freqüente contato com as áreas urbanas da localidade, ele sempre está tentando implantar em sua moradia alguns dos usos energéticos que ele observa na cidade.

Por outro lado, o acesso das comunidades tradicionais aos meios de comunicação modernos, principalmente a televisão, ocasiona a assimilação de padrões culturais da sociedade de consumo em seu dia-a-dia e, aos poucos, vai criando necessidades e impondo modelos de viver alheios a esse meio. A assimilação desses padrões culturais estranhos guarda relação com a programação transmitida por esses meios e com a forma como ela é utilizada. Além disso, por causas inerentes ao sistema de difusão, o espectador seja rural ou urbano tem um comportamento totalmente passivo. Com relação a este ponto, os casos mais eloqüentes verificados em nossa pesquisa correspondem às famílias 10 e 11 cujos integrantes dedicam muito tempo à televisão e coincidentemente são as famílias que têm maior influência do modo de viver urbano. Ressaltamos o caso específico da família 10 a qual no mês de janeiro de 1998 teve a aspiração de adquirir um televisor e, a partir desse fato, seu consumo energético aumentou sensivelmente. Desse modo, a influência da televisão no meio rural é um assunto aberto que precisa ser pesquisado com maior profundidade.

6.3.2.3. *Localização geográfica*

Através da pesquisa constatamos que as famílias cujas moradias estão localizadas em comunidades de difícil acesso e com maior grau de isolamento e dispersão tendem a consumir menos, que é o caso das famílias de Varadouro. Com relação a esta comunidade verificamos que, entre outros motivos, por constituir um núcleo humano localizado em um lugar de difícil acesso, as pessoas são conscientes das dificuldades no transporte de qualquer material vindo das áreas urbanas e do apoio técnico em caso de necessidade. Por causa dessas limitações e carências em seu dia-a-dia, evitam o desperdício de objetos, materiais ou alimentos, assim, são forçadas a conhecer as limitações de seu sistema fotovoltaico e alguns deles tentam até poupar o uso da energia (caso família 2 e 3).

Por outro lado, a introdução da tecnologia fotovoltaica nesta comunidade tradicional, onde a lenha ainda é o principal combustível, representou um impacto muito grande. Segundo Rogers (1966)¹ em qualquer processo de adoção tecnológica se verificam cinco etapas: conhecimento, interesse, avaliação, ensaio e adoção. A comunidade de Varadouro, como as outras comunidades estudadas, ainda se encontra na etapa do ensaio da tecnologia. Em resumo, uma das causas do baixo consumo energético da maioria das famílias de Varadouro é a consciência de seu distanciamento geográfico, portanto, tentam prolongar a troca das baterias o maior tempo possível por meio da conservação de energia em suas moradias.

6.3.2.4. *Influência do clima*

As variações climáticas exercem grande influência no consumo energético. Na região do Vale do Ribeira pesquisada, ao longo do ano, o clima vai mudando desde os dias mais quentes e ensolarados até os mais frios, nublados e com muita chuva. Obviamente, a irradiação média desta região também varia de acordo à época do ano, tal como se pode observar no gráfico da figura 6.12.

¹ Rogers E. M. (1966). “Elementos de cambio social: difusión de innovaciones”, pp. 33

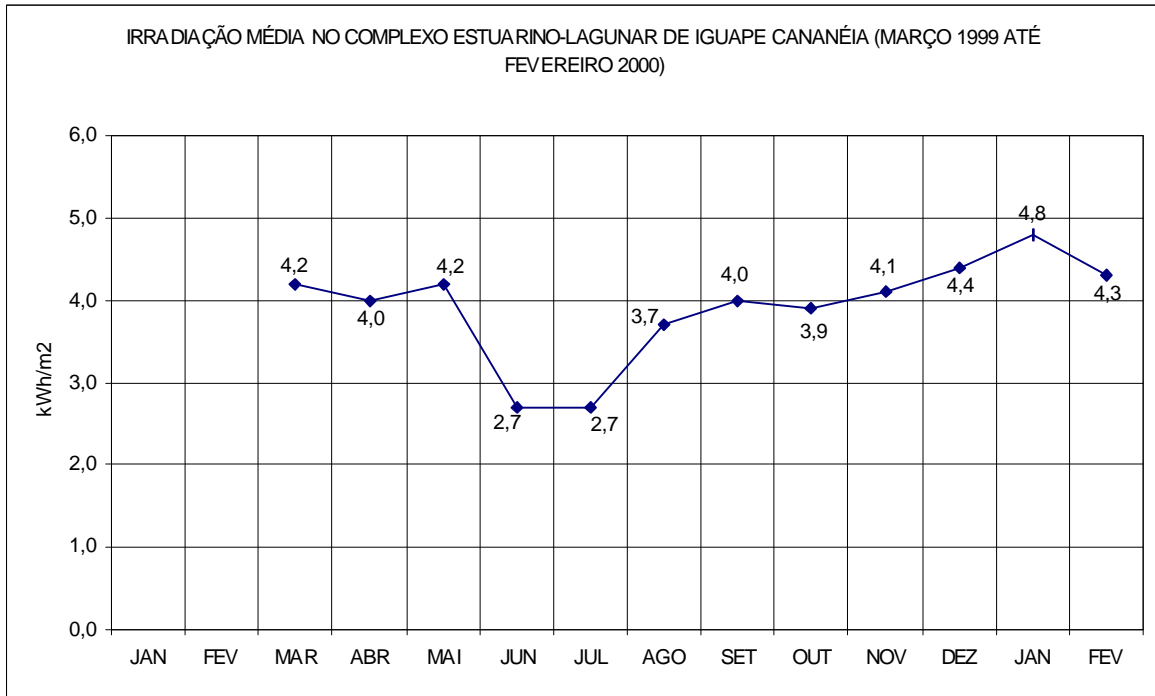


Figura 6.12. Irradiação média diária em kWh/m² obtida por meio da célula calibrada² e do medidor de Ah instalados na moradia da família 16 da comunidade de Marujá.

Alguns dos consumos medidos tem certa tendência a acompanhar esta curva como se pode ver nos histogramas de consumo correspondentes das famílias 4, 10, 15 e 16. Esta tendência guarda relação com a autonomia energética dos sistemas fotovoltaicos (bateria) e o consumo familiar.

De acordo com os dados obtidos podemos observar que, com exceção das famílias 10 e 16, todos os outros sistemas se encontram sobredimensionados. Neste caso, as baterias trabalham com muita folga e a consequência disso é que existe uma grande autonomia energética nos dias nublados e não foi detectado nenhum caso de falta de energia nesses dias críticos. Desse modo, é muito interessante analisar o comportamento do consumo energético da família 10 e 16 tal como se pode observar na figura 6.13.

² Instalada coplanarmente com os módulos fotovoltaicos, inclinação de 30°.

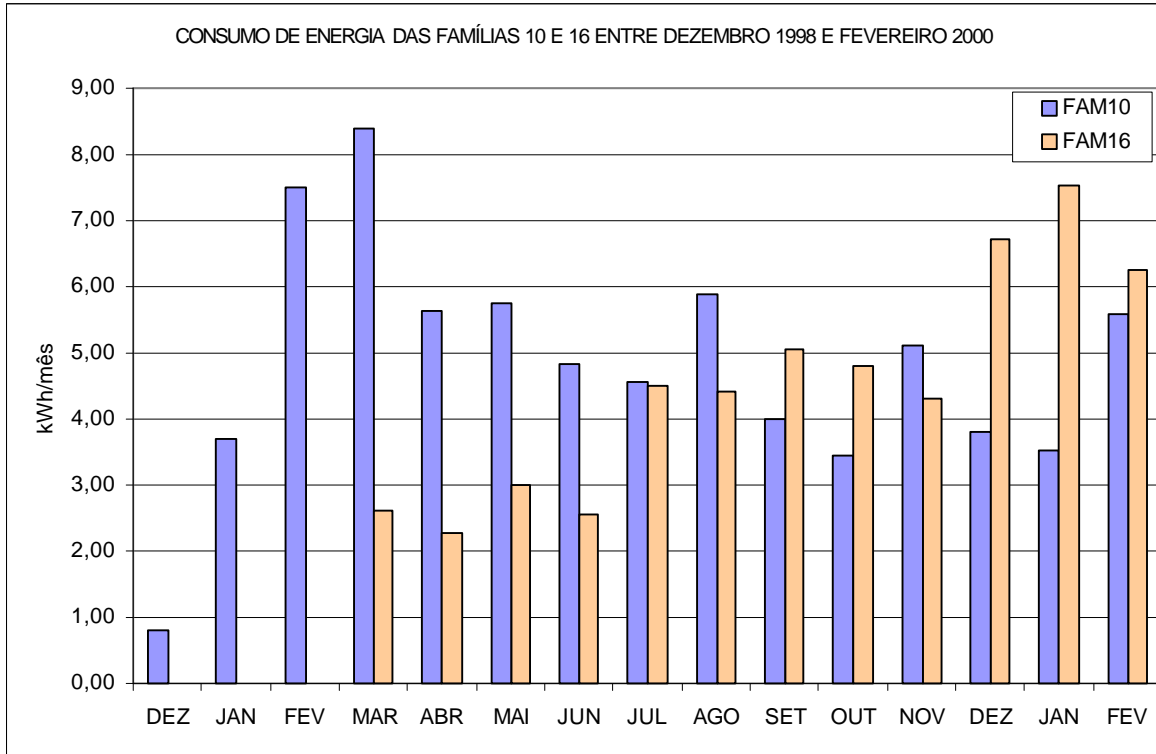


Figura 6.13. Histograma de consumo energético em kWh/mês das famílias 10 e 16.

Como podemos observar no gráfico, a família 10 teve seu maior consumo nos meses de fevereiro e março de 1999, época na qual começou a utilizar a televisão, e que justamente corresponderam à época mais ensolarada desse ano. Nesses meses, o controlador de carga lhe indicava que o sistema estava a ponto de cortar. Posteriormente, o chefe da família tomou consciência desse fato e começou a administrar melhor seu sistema e seu consumo caiu ostensivamente. Neste sentido, esta diminuição não se deve a suas intenções de poupar energia, senão às limitações de seu sistema fotovoltaico o qual, neste caso, estaria subdimensionado.

No caso da família 16, a partir do mês de agosto seu consumo acompanha o comportamento da irradiação. Isto porque o morador administra seu sistema de acordo aos níveis de irradiação da localidade. Desse modo, temos aqui dois exemplos muito ilustrativos das relações entre as variações climáticas, o consumo energético, o comportamento da bateria e, de forma geral, com o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos.

6.3.2.5. Variáveis arquitetônicas

Estas variáveis estão relacionadas principalmente com o tamanho da moradia, sua orientação e os materiais utilizados em sua construção. Estas variáveis, por sua vez, dependem do nível do ingresso econômico dos moradores, do número de pessoas e das atividades que realizam. Obviamente, as moradias com maior quantidade de compartimentos precisam de um número maior de luminárias e portanto tendem a consumir mais (casos das famílias 1, 8, 10, 11, 12, 15, 16 e 18). Também podemos constatar que as moradias mal orientadas ou com pouca iluminação natural, embora não disponham de muitos cômodos e não morem muitas pessoas, tendem a um maior consumo devido a precisarem manter a iluminação acesa especialmente em épocas de clima nublado (caso das famílias 6 e 12).

Com relação a este ponto enfatizamos que *“a forma arquitetônica pode ter grande influência no conforto ambiental em uma edificação e no seu consumo de energia, visto que interfere diretamente sobre os fluxos de ar no interior e no exterior e, também, na quantidade de luz e calor solar recebidos pelo edifício”* [Lamberts R. et al., 1997: 52]. Como foi visto no item 5.3., as comunidades pesquisadas, de acordo com o grau de influência do modo de viver urbano, sofreram um processo de mudança na forma de construir suas moradias e na disposição dos cômodos. Desse modo, através do trabalho de campo verificamos que as moradias da comunidade de Varadouro e Retiro, por manterem ainda os ancestrais métodos de construção adaptados ao meio ambiente, suportam de maneira eficiente as variações climáticas da região e, em especial, a umidade e o calor.

A modo de ilustrar os cuidados que deveriam ser tomados na escolha dos materiais e nos tipos de construção a serem implantadas no meio rural, na figura 6.14. e 6.15 apresentamos as escolas de 1º Grau das comunidades de Retiro e Varadouro respectivamente. No caso de Retiro, a escola foi construída em sua totalidade com materiais de uso no meio urbano (tijolos, azulejos, piso de cerâmica, etc.). Aliado a este fato, sua localização é inadequada e a consequência disso resulta praticamente inabitável devido a ter um grau muito alto de umidade por estar construída perto do manguezal. Já no caso da escola da comunidade de

Varadouro, por haver sido construída de acordo aos usos locais, é muito mais confortável e suporta muito bem as mudanças climáticas.



Figura 6.14. Escola de 1º grau da comunidade de Retiro.



6.15. Escola de 1º grau da comunidade de Varadouro.

6.3.2.6. Influência da composição familiar

As famílias grandes (caso das famílias 1, 8, 9, 10, 11 e 18) tendem a consumir mais que as famílias pequenas (caso das famílias 4, 7, 13 e 14); não obstante, por si mesma esta variável nem sempre determina um alto consumo, assim, as famílias 2 e 6 apesar de serem

relativamente numerosas, têm menor consumo que as famílias 12, 15 e 16 constituídas somente por 2 pessoas mas com maior nível de renda e hábitos muito diferentes.

Com relação à idade das pessoas do meio rural pesquisado, verificamos que algumas das famílias com filhos jovens ou em idade escolar (famílias 8, 9, 10, 11 e 18) tendem a consumir mais em comparação com as famílias compostas por adultos ou anciãos (famílias 3, 4, 7, 12, 13, 14 e 17). Os jovens geralmente ouvem muito o rádio e utilizam aparelhos de som, além de alguns empregarem a iluminação para fazer os trabalhos da escola. Assim por exemplo, os jovens das famílias 10 e 11 assistem muito aos programas televisivos, aumentando com isso seu consumo energético.

Por outro lado, a influência do número de pessoas no consumo depende também do tamanho da moradia e da possibilidade de utilizar um ou mais serviços elétricos, por sua vez ambos aspectos estão relacionados com o nível de renda da família. Desse modo podemos mencionar que, especialmente nas comunidades mais isoladas e com pouca influência do modo de viver urbano, o maior uso corresponde à iluminação. Por causa da distribuição interna das moradias, esta iluminação é aproveitada por toda a família não existindo, geralmente, quartos individuais que aumentariam a necessidade de instalar maior número de luminárias.

Em termos gerais, a possibilidade de dispor de corrente alternada por meio de inversores DC/AC facilita o emprego de eletrodomésticos e outros aparelhos elétricos usuais no meio urbano. Desse modo, o consumo energético aumentaria (casos das famílias 10 e 16), no entanto, num meio rural de baixa renda este aumento não dependeria necessariamente do número de pessoas que compõem as famílias. Este fato precisa ser pesquisado com maior aprofundamento.

6.3.2.7. Variáveis relacionadas com a atividade econômica

As famílias onde todos ou alguns de seus integrantes exercem alguma atividade econômica na própria moradia tendem a um maior consumo, como é o caso das famílias 1 e 18, os

quais se dedicam a fabricar artesanatos aproveitando a iluminação com fins produtivos. É o caso também da família 15, cuja moradia funciona como albergue turístico, e da família 16 que, ao lado de sua moradia, mantêm um restaurante para turistas e, ocasionalmente, aproveita a energia proporcionada por seu sistema fotovoltaico para iluminá-lo.

Dependendo do tipo de atividade econômica realizada, o uso produtivo da eletricidade faz com que as pessoas exijam mais do sistema, pois algumas são obrigadas a utilizar outros serviços elétricos além da iluminação. Portanto, antes de proceder ao dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, se deveria identificar estas famílias e analisar os casos de maneira individual. Desse modo, como consequência desta prévia identificação, seus sistemas teriam que estar capacitados para suprir satisfatoriamente suas necessidades energéticas.

6.3.2.8. Grau de escolaridade e aptidão técnica

As famílias onde o chefe da casa ou algum(s) de seus integrantes possuem maior grau de escolaridade, tendem a administrar melhor seu sistema e assimilam com maior facilidade a tecnologia (casos FAM 10, 11, 15 e 16). Neste sentido, *“o alto nível de instrução favorece a capacitação dos moradores da zona para que possam realizar alguns consertos e a manutenção sem a intervenção de especialistas, assim como também diminui algumas exigências aos equipamentos, por exemplo, às cargas de igualação automáticas. Isto, no entanto, tem o lado desfavorável de que algumas pessoas se sintam capacitadas sem está-lo e se convertem com facilidade e freqüentemente em intrusos”* [Camejo J. et al., 1999]. Com relação ao último ponto, o chefe da família 16, embora atue com boas intenções e tenha conhecimento básico do funcionamento dos sistemas, às vezes põe em risco sua própria instalação fotovoltaica por causa de sua curiosidade e seu desejo de mantê-la operativa, mesmo sem medir as consequências.

Adicionalmente, nesta categoria de consumidores entram também as pessoas que têm ou tiveram algum contato com trabalhos técnicos, seja através do artesanato (famílias 1, 4 e 18) ou que em algum momento exerceram atividades com manipulação de ferramentas (famílias 7) ou aqueles moradores que possuem motores a Diesel ou a gasolina utilizados

em seus barcos e, portanto, estão habituados a desmontá-los e a utilizar ferramentas (famílias 8, 9, 10, 11, 13, 16, 17, e 18).

Todas essas características se refletirão no consumo energético porque estas pessoas estão em condições mais favoráveis de resolver alguns problemas técnicos e percebem com maior facilidade o momento de, por exemplo, trocar reatores eletrônicos, controlar o nível de água das baterias e verificar seu estado de carga através dos reguladores eletrônicos, ou de posicionar os módulos fotovoltaicos de acordo à estação do ano. É ilustrativo o caso de muitos dos moradores da comunidade de Retiro os quais, por própria iniciativa, montam e desmontam os sistemas fotovoltaicos quando mudam de domicílio. Todos são pescadores e estão acostumados a desmontar os motores dos barcos.

Vale salientar que nas comunidades pesquisadas, as mulheres, por razões culturais, não se envolvem nas atividades de índole técnica embora sua participação seja muito importante para efeitos da sustentabilidade da tecnologia. Aqui também identificamos outro tema que merece ser estudado com maior profundidade. Entre outros pontos, este estudo deve abranger principalmente o papel a ser exercido pelas mulheres das comunidades tradicionais na gestão e sustentabilidade dos sistemas fotovoltaicos e portanto sua influência na demanda energética.

6.3.2.9. Hábitos, conduta e forma de uso dos equipamentos

Os hábitos das pessoas ou das famílias exercem grande influência no consumo energético. Assim por exemplo, na comunidade de Varadouro observamos que os moradores, nas horas que antecedem ao sono, gostam muito de ficar na cozinha tradicional. Para iluminar este ambiente utilizam uma lâmpada fluorescente móvel, a qual durante o dia é guardada fora da cozinha, evitando com isso que fique suja por causa da fumaça desprendida no lugar. Esta lâmpada foi a melhor forma de iluminar a cozinha tradicional sem criar grandes impactos em seu entorno.

Depois de ficar na cozinha, as famílias geralmente se recolhem para dormir a partir das 21 horas, então desligam as luzes mas deixam acesa a lâmpada incandescente de 2W de baixíssimo consumo. O nível de iluminação desta lâmpada se iguala ao de uma vela, no entanto, brinda uma atmosfera de segurança ao ambiente. Devemos considerar que esta comunidade está localizada em uma zona onde proliferam grandes quantidades de insetos e répteis. Todos estes hábitos se refletem no baixo consumo da maioria das famílias desta comunidade.

Já no caso da comunidade de Sítio Artur, os filhos das famílias 10 e 11 têm o hábito de permanecer geralmente durante o dia assistindo televisão e os adultos ligam-na à noite para assistir novelas e outros programas. É o caso também da família 14. Entretanto, a família 11 tem hábitos mais disciplinados e seu consumo mostrou certa uniformidade ao longo da pesquisa, embora deixem uma lâmpada ligada cada vez que viajam.

Nesta comunidade temos outros dois casos muito ilustrativos, assim, a família 12 está conformada por um casal de anciãos e seu consumo está influenciado pela doença da mulher que fica acamada. Nos dias nublados seu quarto fica iluminado permanentemente tendo portanto maior consumo. Em adição a este fato, o marido bebe muito e seu estado não lhe permite desligar as luzes ficando acesas mesmo durante os dias ensolarados. A mesma situação acontece com o único integrante da família 13.

O aprofundamento no estudo da influência dos hábitos pessoais, familiares e comunitários no consumo energético, com certeza nos levaria a tomar maior cuidado nas decisões relacionadas com a implantação dos sistemas fotovoltaicos nas comunidades rurais. Esta influência, segundo nossa pesquisa, é fundamental e portanto requer estudos mais completos. De acordo à bagagem cultural que muitas das comunidades tradicionais trazem, sua conduta perante os usos energéticos às vezes resultam em preferências diametralmente opostas, muitas vezes devidas a motivos simbólicos ou sociais [Wilhite H. et al., 1996].

É necessário ainda enfatizar que o desconhecimento da conduta, dos hábitos e dos valores que os moradores das comunidades tradicionais têm, aliado à imposição de pontos de vista

normais ao meio urbano, às vezes conduzem a cometer gravíssimos erros. *“Muitos afirmam, apoiados no fracasso de projetos que promovem inovações tecnológicas, que os moradores rurais têm grande resistência ao cambio, no entanto, o que se observa é uma atitude crítica às propostas técnicas que não contemplam aspectos importantes de sua realidade, atitude que não encontra canais para sua manifestação e que se expressa através da não adoção das propostas”* [Mercado R., 1990: 61].

Vale salientar que o estudo das implicações da conduta pessoal dos moradores rurais com relação à demanda energética é muito amplo e complicado devido envolver principalmente aspectos sociais e psicológicos. Assim por exemplo, as normas ditadas pela religião, o espírito de competição entre as pessoas, a assimilação de padrões culturais distintos, o ponto de vista feminino ou masculino dentro das famílias, a aceitação ou não de um determinado eletrodoméstico etc., ao final de contas, são atos puramente psicológicos. Em resumo, todas essas atitudes e aspirações perante a eletrificação ficarão refletidas em sua demanda energética. Como pode ser observado, este estudo é amplo e requer o estabelecimento de pesquisas que visem o esclarecimento dessa influência.

6.4. Grupos de consumo identificados

Na seção 6.3.1. se fez alguns comentários derivados dos dados consignados no gráfico mostrado na figura 6.10. Estes comentários estavam dirigidos a ressaltar as grandes variações no comportamento da demanda no meio rural pesquisado, além de abrir a discussão sobre a possibilidade de identificar alguns grupos de consumidores que, por suas características comuns, permitiriam aprimorar o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos através do estabelecimento de padrões de consumo.

Nesse sentido, os dados obtidos nos permitem identificar quatro grupos de consumidores os quais estão resumidos na tabela 6.9.

Tabela 6.9. Grupos de consumo identificados por meio da pesquisa.

| GRUPOS IDENTIFICADOS | CONSUMOS | | |
|-------------------------------|----------|-----------|--------|
| | kWh/mês | Wh/dia | Ah/dia |
| GRUPO1 Alto consumo | 3 – 6 | 100 – 200 | 8 – 17 |
| GRUPO 2 Médio consumo | 2 – 3 | 67 – 100 | 6 – 8 |
| GRUPO 3 Baixo consumo | 1 – 2 | 33 – 67 | 3 – 6 |
| GRUPO 4 Baixíssimo consumo | Até 1 | Até 33 | Até 3 |

Cada um desses grupos identificados mostra um perfil de consumo particular, sendo que as famílias que fazem parte desses grupos possuem algumas características especiais que influem no padrão de sua demanda energética. O perfil desses grupos pode ser descrito da seguinte maneira:

GRUPO 1: Estes consumidores têm um relativo alto consumo que varia entre 3 e 6 kWh/mês e engloba a famílias com renda entre 400 e 950 reais. Alguns dos chefes dessas famílias recebem salários fixos e desempenham atividades que os mantêm em contato com pessoas de origem urbana. Moram em comunidades que têm sofrido grande influência desses centros e estão habituados ao uso de aparelhos elétricos, como ventilador, televisão P&B e rádio-transmissor VHF. Suas aspirações estão dirigidas a obter uma qualidade de vida igual à de qualquer morador de classe média das cidades. Não são numerosas mas estão constituídas em sua maioria por jovens ou de alguma forma são freqüentadas por pessoas também jovens. O grau de escolaridade dos chefes ou dos filhos é relativamente alto e são receptivos às inovações. Além disso, a distribuição de suas moradias tem grande influência urbana embora alguns tenham aproveitado e adaptado os materiais da região. Mostram um bom nível de participação e envolvimento em todos os níveis da implantação dos sistemas.

GRUPO 2: São famílias de médio consumo compreendido entre 2 e 3 kWh/mês. Seus ingressos econômicos estão dentro da faixa de 225 a 850 reais e dependem de situações externas, como por exemplo o comportamento das vendas da sua produção. Utilizam muito o rádio e alguns empregam a iluminação com fins produtivos. Neste grupo a quantidade e

idade das pessoas não influi de maneira definitiva, mas sim os hábitos pessoais e o entorno familiar. Todos sofreram mediana influência urbana, tanto em seu comportamento pessoal como na forma de construir suas moradias. Não estão muito habituados ao uso de aparelhos elétricos e com relação ao uso da energia, suas aspirações não chegam a ser tão grandes como as do primeiro grupo. Por outro lado, alguns de seus integrantes possuem regular escolaridade e são receptivos às inovações. Seu nível de participação e envolvimento é razoável.

GRUPO 3: Estes consumidores têm baixo consumo compreendido na faixa de 1 a 2 kWh/mês. Sua renda varia entre 136 e 550 reais obtida através de aposentadorias ou atividades dependentes de condições externas. A maioria tem pouca influência do modo de vida das cidades, o que se reflete em seu dia-a-dia e no modo de construir suas moradias que se encontram localizadas em lugares mais isolados e dispersos. Igual aos grupos anteriores, neste grupo, o número e idade das pessoas não exerce muita influência no consumo energético, influi sim os hábitos pessoais. Por outro lado, o grau de escolaridade da maioria é baixo e não são muito receptivos às inovações predominando o comportamento conservador. Seu grau de envolvimento e participação é regular.

GRUPO 4: Este grupo está conformado por consumidores de baixíssimo consumo na faixa de até 1 kWh/mês. Estão caracterizados por terem renda mensal entre 136 e 275 reais obtidas por meio de aposentadorias ou trabalhos esporádicos. Neste grupo o número e idade das pessoas exercem forte influência no consumo energético, assim, a maior parte está conformada por famílias de 1 ou 2 pessoas adultas. Seu grau de escolaridade é razoável e aceitam bem as inovações. Sua participação e envolvimento também é razoável

Finalmente, dadas as características de nossa pesquisa, não poderíamos afirmar e concluir que estes quatro grupos identificados corresponderiam, também, a quatro tipos de sistemas fotovoltaicos. No entanto, estas constatações nos conduzem a acreditar que por meio da ampliação do universo da pesquisa e do aprofundamento da mesma, se poderiam propor cenários de consumo mais reais possibilitando o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos de maneira mais exata.

6.5. Algumas considerações sobre o consumo e o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos

Com relação ao dimensionamento dos sistemas e sua relação com o consumo energético, os resultados das medições efetuadas mostram que o mesmo tipo de sistema tem diferente desempenho em cada uma das famílias devido, sobretudo, às grandes diferenças no consumo energético.

Como já foi mostrado, as famílias têm diferentes consumos por diversas razões que exercem grande influência no mesmo. Esta constatação nos conduz a afirmar que ao momento de tomar a decisão por determinados sistemas, não seria conveniente generalizar um mesmo sistema para todas as famílias de uma comunidade.

Embora a padronização dos sistemas ofereça grandes vantagens principalmente de índole técnico e econômico, se deveriam considerar os problemas que tanto o sobredimensionamento como o subdimensionamento poderiam causar no desempenho, principalmente, da bateria e do sistema como um todo. Tanto um como o outro finalmente ficarão refletidos nos custos gerados no momento da implantação e os derivados ao longo do tempo, especialmente relacionados com a troca das baterias.

É conhecido que nos atuais níveis de desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica, o custo inicial representa uma de suas principais barreiras, portanto, o correto dimensionamento visando um alto grau de satisfação por parte do usuário, com certeza levaria à redução desses custos e à difusão da tecnologia.

A partir dos resultados obtidos podemos comentar algumas observações relacionadas com o dimensionamento dos sistemas. Assim, na tabela 6.10. estão resumidos os dados do conjunto gerador fotovoltaico e bateria e os consumos em Ah verificados através da pesquisa.

Tabela 6.10. Grupos de consumo, consumos médios e máximos e sua relação com o sistema de geração e acumulação de energia.

| GRUPOS | FAMÍLIAS | Gerador e Bateria (Wp x Ah) | Energia diária disponível* (Ah/dia) | CONSUMO MÉDIO (Ah/dia) | CONSUMO MÁXIMO ALCANÇADO | |
|---|----------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | | | | Ah/dia | Data |
| GRUPO1 Alto consumo 8 – 17 Ah/dia | Fam 10 | 110 x 135 | 27,0 | 13,4 | 48,0 | 11/3/99 |
| | Fam 16 | 96 x 190 | 38,0 | 12,5 | 32,0 | 30/11/99 e 2/2/00 |
| | Fam 15 | 70 x 136 | 27,2 | 10,7 | 27,0 | 20/11/99 |
| | Fam 11 | 110 x 135 | 27,0 | 8,4 | 40,0 | 8/2/99 |
| GRUPO 2 Médio consumo 6 – 8 Ah/dia | Fam 18 | 140 x 108 | 21,6 | 6,8 | 19,0 | 5/1/00 |
| | Fam 12 | 110 x 135 | 27,0 | 6,2 | 39,0 | 23/6/99 |
| | Fam 8 | 48 x 135 | 27,0 | 6,0 | 20,0 | 8/5/99 e 22/7/99 |
| | Fam 1 | 70 x 135 | 27,0 | 5,9 | 29,0 | 4/5/99 |
| GRUPO 3 Baixo consumo 3 – 6 Ah/dia | Fam 17 | 140 x 108 | 21,6 | 5,2 | 19,0 | 11/8/99 |
| | Fam 9 | 48 x 135 | 27,0 | 4,7 | 32,0 | 10/8/99 |
| | Fam 5 | 35 x 135 | 27,0 | 3,8 | 15,0 | 20/4/99 |
| | Fam 13 | 110 x 135 | 27,0 | 3,7 | 29,0 | 23/4/99; 27/4/99 e 28/5/99 |
| | Fam 2 | 35 x 135 | 27,0 | 3,1 | 14,0 | 2/8/99 |
| GRUPO 4 Baixíssimo consumo Ate 3 Ah/dia | Fam 6 | 35 x 135 | 27,0 | 2,8 | 31,0 | 26/3/99 |
| | Fam 3 | 35 x 135 | 27,0 | 2,3 | 9,0 | 24/4/99 |
| | Fam 4 | 35 x 135 | 27,0 | 1,5 | 11,0 | 26/10/99 |
| | Fam 14 | 110 x 135 | 27,0 | 1,3 | 8,0 | 1/5/99; 17/10/99 e 7/1/00 |
| | Fam 7 | 35 x 135 | 27,0 | 0,7 | 8,0 | 6/3/99 |

* A energia diária disponível é a quantidade de Ah das baterias, passíveis de serem consumidos, considerando uma profundidade de descarga diária de 20%.

Em primeiro lugar, analisemos o caso das famílias 17 e 18 cujas instalações fazem parte do programa ECOWATT (ver itens 2.2.2.3., 4.3., 5.2.4.3 e 5.2.4.4.) Estas famílias, embora possuam um gerador de 140 Wp e baterias de 108 Ah (configuração imposta pela empresa elétrica), seu consumo é inferior ao de algumas famílias com gerador fotovoltaico muito menor. O comportamento do consumo destas famílias é então atípico, não existindo coerência entre o tamanho do gerador, a capacidade da bateria e as cargas utilizadas. Neste caso podemos dar-nos conta que o dimensionamento dos sistemas está equivocado, existindo um enorme gerador de energia, um pequeno sistema de armazenamento e poucas cargas.

Tentando evitar os problemas derivados dessa situação, principalmente a morte prematura das baterias (o controlador de carga corta em 16,0 V), através de nosso trabalho de campo constatamos que algumas das famílias que se acolheram ao programa ECOWATT, deixam ligadas algumas lâmpadas durante o dia para permitir que as baterias se descarreguem e não fervam. Do ponto de vista puramente técnico, a solução deste problema seria a troca das baterias por outras com maior capacidade, a substituição dos controladores de carga por

outros de melhor qualidade e o aumento das cargas da moradia (maior número de lâmpadas, uso de TV, liquidificadores e ventiladores, por exemplo). Com isto se melhoraria o desempenho dos sistemas, aumentando ao mesmo tempo o grau de confiabilidade da tecnologia e a satisfação dos moradores da comunidade.

Em segundo lugar, podemos observar na tabela que o grupo de consumidores de baixíssimo consumo também estão com um sistema sobredimensionado. Todos eles dispõem de baterias que, com uma profundidade de descarga diária de 20%, lhes permitiria utilizar até 27 Ah/dia. No entanto, a maioria tem consumo médio de no máximo 2,3 Ah/dia, sendo que a família 4 alcançou, no tempo que durou a pesquisa, um máximo de 11,0 Ah/dia. No caso da família 14 o problema é ainda maior, pois dispõe de um gerador de 110 Wp. As baterias destas famílias, de acordo aos consumos verificados, estão o tempo todo carregadas porque o gerador recupera rapidamente o pequeno consumo. Estas famílias, com sistemas menores e portanto com custos também menores, poderiam satisfazer suas necessidades energéticas.

Em terceiro lugar, analisemos os casos das famílias 10, 11 e 12 que em alguns dias específicos do ano alcançaram altos consumos (48,0; 40,0 e 39,0 Ah/dia respectivamente). Estes consumos superaram os níveis diários previstos de 27,0 Ah/dia. No caso da família 10, este alto consumo se deveu principalmente ao excessivo uso da televisão. Por outro lado, dado que as aspirações dessa família tendem a aumentar seu consumo, seu sistema estaria subdimensionado precisando de um sistema maior e a disponibilidade de um inversor DC/AC de maior potência.

No caso da família 11, seu consumo médio é 8,4 Ah/dia embora por razões pessoais (viagem da família) deixam uma lâmpada ligada com fins de segurança. Nessas viagens, seu consumo aumenta ostensivamente. No que tange à família 12, o alto consumo verificado nesse dia está influenciado pelos hábitos pessoais do morador que o levaram a esquecer o desligamento das lâmpadas durante o dia. Em linhas gerais, seu sistema está sobredimensionado, no entanto a influência de seus hábitos forçam o alto consumo. Uma das soluções para este caso seria a instalação de um temporizador que evite o funcionamento da iluminação por longos períodos de tempo.

Todos estes exemplos nos conduzem a enfatizar a necessidade de reformular os métodos de dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos levando em conta todos os fatores que influem no consumo. Tudo isso requer do prévio conhecimento das famílias e da comunidade onde se pretende implantar a eletrificação fotovoltaica. Foi visto que o ponto de vista puramente técnico não necessariamente leva a ótimos e bons resultados, é necessário também considerar todos os aspectos sociais e culturais envolvidos.

Vale salientar ainda que a disponibilidade de inversores DC/AC pode conduzir ao aumento do consumo das famílias. Assim, é muito ilustrativo o caso das famílias 10 e 16, as únicas em possuí-lo, que graças a este equipamento podem utilizar todo tipo de aparelhos que funcionam com corrente alternada. Com relação ao dimensionamento, fica a tarefa de verificar o grau de influência desse equipamento no tamanho dos sistemas a serem implantados. Pensando na sustentabilidade da eletrificação fotovoltaica essa influência não pode ser desconsiderada.

CAPÍTULO VII

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. Conclusões

Os objetivos estabelecidos para a realização da pesquisa foram conseguidos, assim sendo, os principais resultados foram:

1. Se desenvolveu um equipamento de medição do consumo energético em sistemas de corrente contínua, isto é, foi desenhado, testado, montado e instalado um número suficiente de medidores de Ah que possibilitaram a medição do consumo em 18 moradias eletrificadas com sistemas fotovoltaicos localizadas no Vale do Ribeira. Estes

medidores provaram sua funcionalidade e permitiram obter dados com muita confiabilidade e eficiência, além disso, a incorporação ao sistema fotovoltaico não agrediu o entorno das famílias que participaram na pesquisa.

2. Foi proposta e materializada uma metodologia de obtenção de dados de consumo com a participação dos usuários. Esta metodologia, além dos dados numéricos em Ah, permitiu pesquisar as questões sociais e culturais das famílias graças ao inter-relacionamento entre os usuários, a tecnologia e o pesquisador. Embora os métodos mais sofisticados, como são os meios automáticos de aquisição de dados, tivessem ajudado a obter dados técnicos com muita maior precisão, segundo nossa avaliação, a compreensão da realidade familiar não teria sido completa pois as variáveis sociais e culturais envolvem questões psicológicas que somente podem ser conhecidas depois de um longo e paciente processo de amadurecimento e obtenção da confiança das pessoas.
3. Ao longo de mais de um ano se fez o acompanhamento e determinação da demanda energética em 18 moradias eletrificadas com sistemas fotovoltaicos. Através dos resultados obtidos constatou-se que o comportamento do consumo difere de uma família para outra e que estas diferenças, com maior ou menor grau, obedecem a alguns fatores que exercem influência de maneira ampla. Os principais fatores identificados são:
 - o nível de renda,
 - a influência dos centros urbanos,
 - a localização geográfica,
 - a influência do clima,
 - as variáveis arquitetônicas,
 - a estrutura familiar,
 - a atividade econômica,
 - o grau de escolaridade e aptidão técnica,
 - os hábitos, a conduta e forma de uso dos equipamentos.

4. Os resultados também indicam que cada família representa um caso diferente e que a decisão de instalar o mesmo sistema fotovoltaico para toda uma comunidade não necessariamente deveria ser a regra geral. Neste sentido, prévio ao dimensionamento deveriam realizar-se estudos de índole sociológica que visem identificar, de forma completa, as necessidades reais dos futuros usuários. A não obediência a este princípio básico poderia conduzir ao sobredimensionamento ou ao subdimensionamento, em ambos casos elevando as chances de insatisfação dos usuários e o descrédito da tecnologia.
5. As medições de consumo permitiram identificar quatro grupos de consumidores segundo a tabela 6.9.

Tabela 6.9. Grupos de consumo identificados por meio da pesquisa.

| GRUPOS IDENTIFICADOS | CONSUMOS | | |
|-------------------------------|----------|-----------|--------|
| | kWh/mês | Wh/dia | Ah/dia |
| GRUPO1 Alto consumo | 3 – 6 | 100 – 200 | 8 – 17 |
| GRUPO 2 Médio consumo | 2 – 3 | 67 – 100 | 6 – 8 |
| GRUPO 3 Baixo consumo | 1 – 2 | 33 – 67 | 3 – 6 |
| GRUPO 4 Baixíssimo consumo | Até 1 | Até 33 | Até 3 |

Cada um destes grupos de consumidores têm um certo perfil particular relacionado com suas características de índole social e cultural. Desse modo, os grupos identificados nos oferecem indícios sobre a possibilidade de diversificar os sistemas fotovoltaicos de acordo às características familiares.

6. Foi constatado que todos os aspectos que exercem influência sobre o comportamento da demanda energética no meio rural, finalmente, se manifestarão no funcionamento do sistema fotovoltaico como um todo. Isto conduz ao fato de introduzir metodologias de dimensionamento que permitam identificar previamente os futuros consumidores visando a plena satisfação de suas necessidades energéticas. Dessa forma, estas metodologias não deveriam esquecer os aspectos sociais e culturais das famílias pois,

como foi constatado, a problemática energética não somente envolve questões puramente técnicas e econômicas.

7. A problemática relacionada com a disponibilidade de corrente alternada nas moradias rurais (por meio de inversores DC/AC) constitui um campo aberto à pesquisa. Foi constatado que as famílias que dispõem desse equipamento fazem todo o possível por usufruir dos diversos eletrodomésticos desenhados para esse tipo de instalação elétrica. Desde o ponto de vista da sustentabilidade dos projetos, as implicações da difusão dos inversores DC/AC é crucial pois libera a demanda reprimida dos usuários rurais e, portanto, aumenta a exigência energética por parte dos mesmos.

7.2. Contribuições da dissertação

As contribuições proporcionadas pela dissertação podem ser resumidas da seguinte maneira:

1. Foi desenvolvido um instrumento de medição capaz de fornecer o consumo em Ah. Este instrumento pode ser reproduzido facilmente e sem custos elevados. A vantagem principal do equipamento está relacionada com seu fácil transporte e adaptação ao sistema fotovoltaico. Por outro lado, seu baixo preço pode permitir o aumento do universo das futuras pesquisas. Além disso, tendo como base à experiência adquirida, o aperfeiçoamento do medidor pode incluir a tomada de dados automáticos. Esta decisão deve estar de acordo ao tipo de pesquisa e aos objetivos pretendidos. Se o objetivo é obter também dados sociais e culturais é recomendável contar com a participação do usuário, neste caso, é melhor que o processo de obtenção de dados seja manual.
2. A pesquisa ajudou a dar algumas luzes sobre o comportamento da demanda energética no meio rural. Os resultados mostram que esse comportamento está relacionado com muitos fatores de origem cultural, social, econômico e do meio ambiente físico onde as pessoas desenvolvem seu dia-a-dia. Além disso, foi possível verificar que o

comportamento do consumo guarda relação com uma série de variáveis as quais deveriam ser tomadas em conta no momento de dimensionar os sistemas fotovoltaicos.

3. O comportamento do consumo no meio rural pesquisado não é influenciado somente pela estrutura familiar (idade e número de pessoas) como aconteceu com o caso da experiência espanhola. A pesquisa permitiu observar que no meio rural, com as características particulares dos países em desenvolvimento, existem outros parâmetros que influem nesse comportamento. Por outro lado, de acordo às constatações verificadas, o nível de renda por si só não determina o consumo energético e existem outras variáveis que também exercem muita influência.
4. Os resultados da pesquisa mostraram também a necessidade de aprimorar as metodologias existentes para o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos. A estimativa do consumo a partir do ponto de vista do projetista é muito subjetivo, assim sendo, a pesquisa mostrou que cada caso é um caso diferente e que o comportamento do consumo não guarda nenhuma regularidade ao longo do tempo.
5. Foram identificados grupos de consumidores com características particulares que podem ser o ponto de partida para a diversificação dos sistemas fotovoltaicos. O estabelecimento de metodologias que permitam identificar e classificar as famílias de acordo a certos perfis, sem dúvida ajudaria a implantar sistemas fotovoltaicos mais de acordo com a realidade das mesmas. A maior implicância estaria relacionada com os custos dos sistemas o que permitiria ampliar o acesso à eletrificação fotovoltaica por parte das famílias rurais.
6. A pesquisa também contribuiu no conhecimento da realidade das comunidades rurais do litoral sul do Estado de São Paulo. A análise desde o ponto de vista energético, além da parte puramente técnica, implicou levar em conta muitas outras áreas do conhecimento (história, antropologia, geografia, economia etc.) provando a multidisciplinariedade desse estudo. Neste sentido, fica aberta a possibilidade de pesquisar

com maior profundidade as implicações da eletrificação fotovoltaica nas comunidades tradicionais que ainda existem no Estado.

7.3. Sugestões para futuros trabalhos

Como foi visto, o estudo do comportamento da demanda energética é muito complexo pois envolve muitas variáveis de índole técnico, econômico, sociológico e cultural. Todas estas variáveis estarão manifestadas de alguma forma no consumo, portanto, as metodologias de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos deveriam incluí-las. Desse modo, a dissertação deixa aberta as portas para o estabelecimento de futuras pesquisas que tentem esclarecer algumas questões como:

- quais são as variáveis que mais influem na demanda energética rural?,
- de que maneira evolui o consumo energético no meio rural?,
- qual a influência da eletrificação fotovoltaica na transição energética das populações rurais?,
- quais são as variáveis que de forma positiva ou negativa influem no desenvolvimento sócioeconômico dessas comunidades rurais?,
- como influem os padrões culturais dessas populações na demanda energética?,
- em que medida o acesso à eletrificação fotovoltaica poderá mudar os atuais padrões culturais dessas comunidades?,
- qual a forma mais eficaz de medir as implicações da economia rural?,
- qual a influência do uso da televisão no consumo energético e nos impactos culturais?,
- qual o papel das mulheres na sustentabilidade dos projetos?,
- qual a relação entre a demanda energética e o tamanho do sistema fotovoltaico?.

Todos essas perguntas, para serem respondidas, precisam do estabelecimento de pesquisas de campo nas comunidades eletrificadas com sistemas fotovoltaicos. Além disso, para ter maior compreensão do comportamento da demanda no meio rural, estas pesquisas deveriam incluir também os domicílios que foram eletrificados por meio da rede rural convencional, seja através da rede trifásica ou através do sistema monofilar com retorno por terra (MRT).

Neste sentido, visando achar as correlações entre eletrificação e desenvolvimento sócioeconômico, as futuras pesquisas relacionadas com o consumo deveriam abranger comunidades totalmente isoladas e dispersas, pequenos bairros rurais ou vilas em formação e núcleos humanos periféricos aos centros urbanos eletrificados convencionalmente. Vale salientar que implicitamente estas pesquisas requerem de instrumentos de medição adequados e de metodologias apropriadas que possam fornecer os elementos necessários para ajudar ao dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos e o conseqüente desenvolvimento desta tecnologia.

É necessário ainda frisar que um dos objetivos dessas pesquisas deveria ser a determinação do grau de influência que a implantação e instalação de sistemas fotovoltaicos em comunidades rurais nunca antes eletrificadas exercem no desenvolvimento sócioeconômico das mesmas e, além disso, como esse possível desenvolvimento influirá no consumo energético das famílias. Em termos gerais, tudo isso deveria levar em conta a análise das relações desse consumo com o tamanho do sistema fotovoltaico e as variáveis sociais, físicas, econômicas e culturais.

Neste sentido, o principal resultado esperado seria a elaboração de um modelo que permita estimar a demanda de energia elétrica, presente e futura, de famílias rurais não atendidas pela rede de distribuição de eletricidade. Este modelo seria uma contribuição para o estabelecimento de uma metodologia de dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, fornecendo os elementos necessários para compreender o crescimento energético pelo lado da demanda no meio rural e desta forma contar com uma ferramenta de previsão da demanda. Adicionalmente, através dessas pesquisas se esperaria entender as relações de causa e efeito entre o consumo energético e o desenvolvimento sócioeconômico das comunidades rurais nunca antes eletrificadas.

ANEXO I

PLANILHAS DE COLETA DE DADOS UTILIZADAS NA PESQUISA

A seguir são mostradas algumas planilhas utilizadas para coletar os dados do consumo. As leituras foram feitas pelos próprios moradores e seu preenchimento foi diário. Periodicamente houve visitas aos domicílios para recolher os dados e conversar com as pessoas visando conhecer sua realidade.

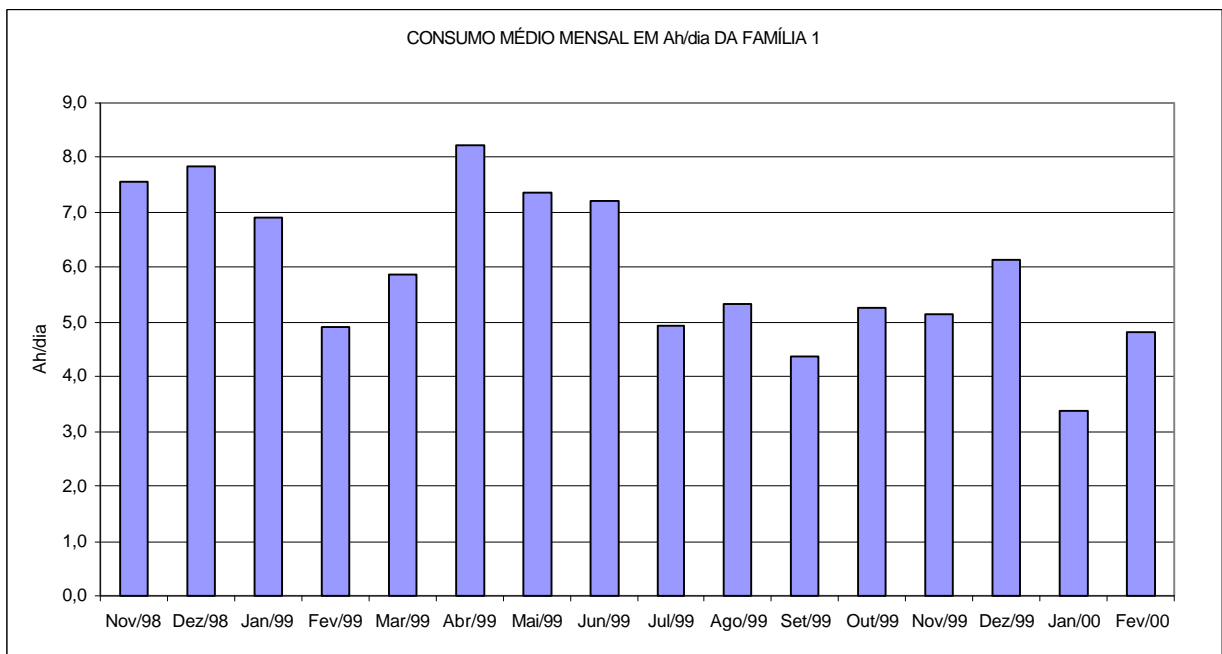
ANEXO II

CONSUMOS OBTIDOS AO LONGO DA PESQUISA

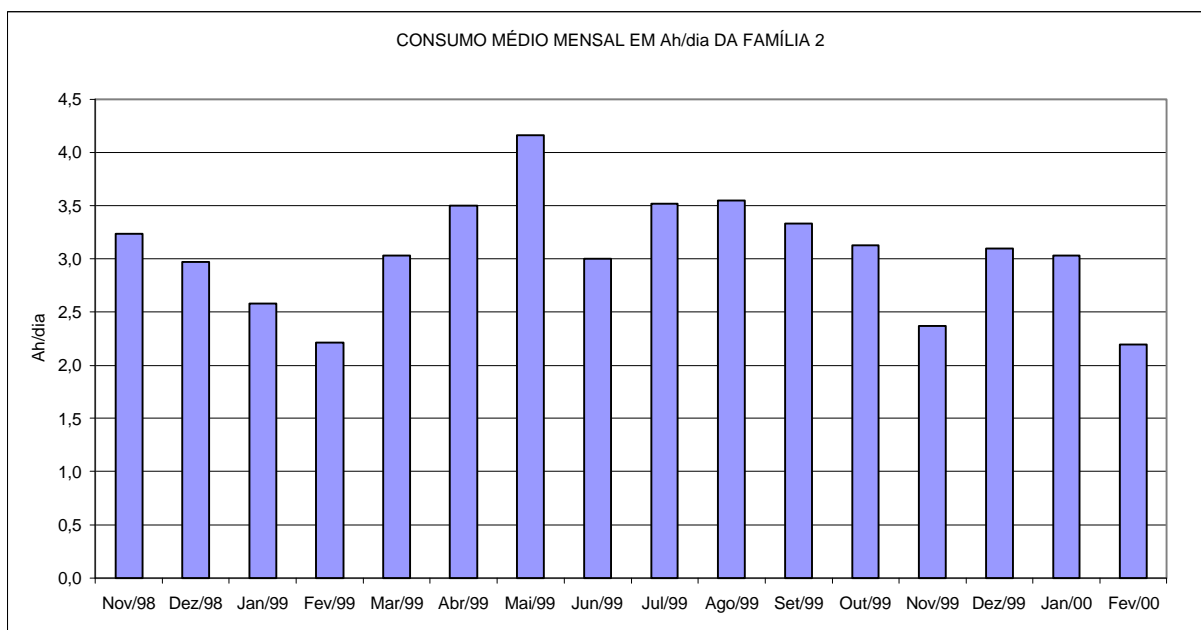
A continuação se mostram as tabelas e histogramas de consumo, em Ah, de cada uma das famílias que participaram da pesquisa. Os dados foram obtidos a partir dos formulários que foram preenchidos com as medições proporcionadas pelos medidores de Ah. Estas leituras se fizeram diariamente ao longo de mais de um ano.

| FAM1: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Nov/98 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | 0 | 7 | 5 | 7 | 2 | 6 | 3 | 14 | 10 | 2 | 11 | 4 | 8 | 3 | 3 | |
| 2 | 7 | 12 | 4 | 5 | 2 | 8 | 6 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | |
| 3 | 0 | 6 | 7 | 7 | 10 | 6 | 11 | 8 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | |
| 4 | 0 | 11 | 8 | 7 | 6 | 6 | 29 | 3 | 9 | 6 | 11 | 2 | 3 | 6 | 4 | |
| 5 | 6 | 11 | 6 | 2 | 1 | 5 | 9 | 9 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 7 | 4 | |
| 6 | 8 | 8 | 3 | 6 | 2 | 9 | 7 | 8 | 3 | 6 | 2 | 10 | 4 | 4 | 6 | |
| 7 | 8 | 6 | 9 | 4 | 2 | 11 | 3 | 6 | 2 | 7 | 5 | 7 | 5 | 4 | 5 | |
| 8 | 9 | 4 | 10 | 8 | 10 | 14 | 5 | 6 | 6 | 3 | 5 | 7 | 14 | 6 | 4 | |
| 9 | 12 | 10 | 6 | 5 | 11 | 5 | 6 | 15 | 3 | 2 | 8 | 11 | 4 | 5 | 3 | |
| 10 | 8 | 12 | 8 | 4 | 6 | 19 | 8 | 9 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 | |
| 11 | 9 | 17 | 7 | 3 | 7 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 6 | 3 | |
| 12 | 8 | 7 | 4 | 4 | 4 | 8 | 7 | 7 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 6 | |
| 13 | 11 | 12 | 12 | 7 | 8 | 9 | 6 | 3 | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | |
| 14 | 8 | 6 | 10 | 15 | 4 | 20 | 4 | 12 | 3 | 4 | 8 | 5 | 7 | 3 | 2 | |
| 15 | 8 | 9 | 9 | 1 | 4 | 15 | 5 | 10 | 3 | 3 | 5 | 4 | 10 | 6 | 1 | |
| 16 | 6 | 5 | 11 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 4 | 2 | 4 | 7 | 7 | 3 | 3 | |
| 17 | 8 | 7 | 7 | 2 | 6 | 9 | 2 | 9 | 8 | 8 | 5 | 13 | 3 | 2 | 2 | |
| 18 | 9 | 5 | 3 | 1 | 7 | 1 | 16 | 1 | 4 | 7 | 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | |
| 19 | 10 | 2 | 3 | 4 | 11 | 11 | 3 | 8 | 4 | 4 | 2 | 2 | 5 | 3 | 2 | |
| 20 | 7 | 6 | 9 | 3 | 6 | 5 | 2 | 7 | 3 | 8 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | |
| 21 | 8 | 6 | 4 | 5 | 6 | 3 | 6 | 11 | 5 | 8 | 5 | 7 | 4 | 16 | 2 | |
| 22 | 10 | 8 | 4 | 3 | 5 | 10 | 5 | 4 | 4 | 6 | 5 | 10 | 4 | 12 | 3 | |
| 23 | 6 | 6 | 8 | 11 | 9 | 7 | 4 | 5 | 6 | 16 | 5 | 4 | 3 | 16 | 2 | |
| 24 | 11 | 4 | 7 | 4 | 1 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 8 | 2 | |
| 25 | 8 | 10 | 7 | 2 | 7 | 9 | 7 | 1 | 5 | 3 | 2 | 15 | 6 | 11 | 1 | |
| 26 | 10 | 15 | 10 | 2 | 7 | 6 | 3 | 8 | 19 | 6 | 1 | 4 | 5 | 12 | 4 | |
| 27 | 7 | 7 | 3 | 7 | 5 | 11 | 16 | 6 | 7 | 7 | 9 | 3 | 5 | 16 | 3 | |
| 28 | 8 | 13 | 10 | 7 | 11 | 3 | 14 | 4 | 2 | 3 | 5 | 2 | 11 | 2 | 7 | |
| 29 | 8 | 4 | 3 | | 10 | 7 | 14 | 9 | 4 | 6 | 5 | 5 | 5 | 2 | 4 | |
| 30 | 9 | 2 | 12 | | 5 | 11 | 5 | 14 | 5 | 11 | 6 | 3 | 6 | 3 | 4 | |
| 31 | | 5 | 5 | | 5 | | 6 | | 7 | 9 | | 2 | | 2 | 5 | |
| MED | 7,6 | 7,8 | 6,9 | 4,9 | 5,9 | 8,2 | 7,4 | 7,2 | 4,9 | 5,3 | 4,4 | 5,3 | 5,1 | 6,1 | 3,4 | 4,8 |

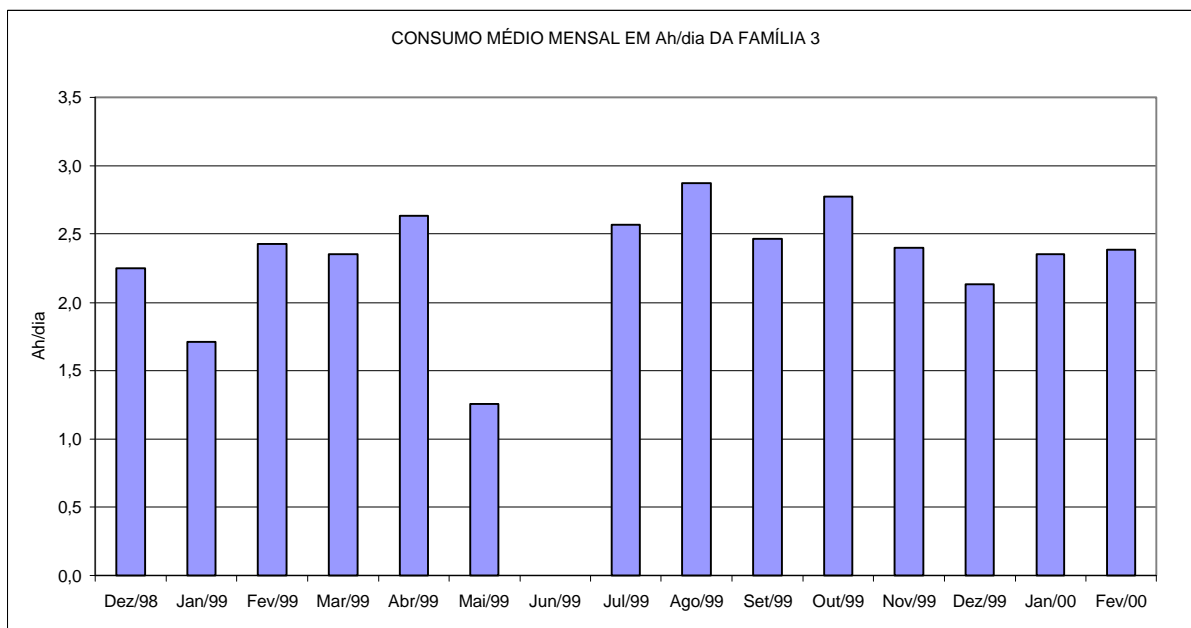
Em fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.



| FAM2: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Nov/98 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | 0 | 4 | 0 | 3 | 4 | 3 | 5 | 9 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1 | 14 | 3 | 3 | 0 | 4 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 6 | 5 | 2 | 0 | 7 | 2 | 2 |
| 4 | 0 | 4 | 2 | 2 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1 | 6 | 3 | 3 |
| 5 | 6 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 |
| 6 | 5 | 0 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 2 |
| 7 | 4 | 0 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 8 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 | 2 | 1 | 6 | 2 |
| 9 | 7 | 4 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 |
| 10 | 3 | 6 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 |
| 11 | 2 | 3 | 2 | 3 | 7 | 2 | 5 | 3 | 3 | 9 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 12 | 7 | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 13 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | 8 | 5 | 3 | 5 | 0 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 14 | 4 | 5 | 3 | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 0 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| 15 | 5 | 1 | 4 | 0 | 2 | 6 | 2 | 3 | 4 | 0 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 16 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 0 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 17 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 18 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| 19 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 0 | 6 | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| 20 | 4 | 3 | 2 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | 4 | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 21 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 5 | 3 | 7 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| 22 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 23 | 4 | 1 | 3 | 1 | 6 | 6 | 7 | 2 | 2 | 6 | 5 | 3 | 1 | 8 | 1 | 2 |
| 24 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 25 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 6 | 4 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 26 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6 | 2 | 6 | 5 | 5 | 3 | 4 | 6 | 1 | 2 |
| 27 | 3 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 6 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 28 | 5 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 6 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | |
| 29 | 1 | 4 | 1 | | 2 | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3 | |
| 30 | 1 | 4 | 5 | | 3 | 2 | 6 | 3 | 2 | 5 | 6 | 3 | 2 | 4 | 3 | |
| 31 | | 3 | 2 | | 2 | | 6 | | 6 | 3 | | 3 | | 4 | 3 | |
| MED | 3,2 | 3,0 | 2,6 | 2,2 | 3,0 | 3,5 | 4,2 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 3,1 | 2,4 | 3,1 | 3,0 | 2,2 |

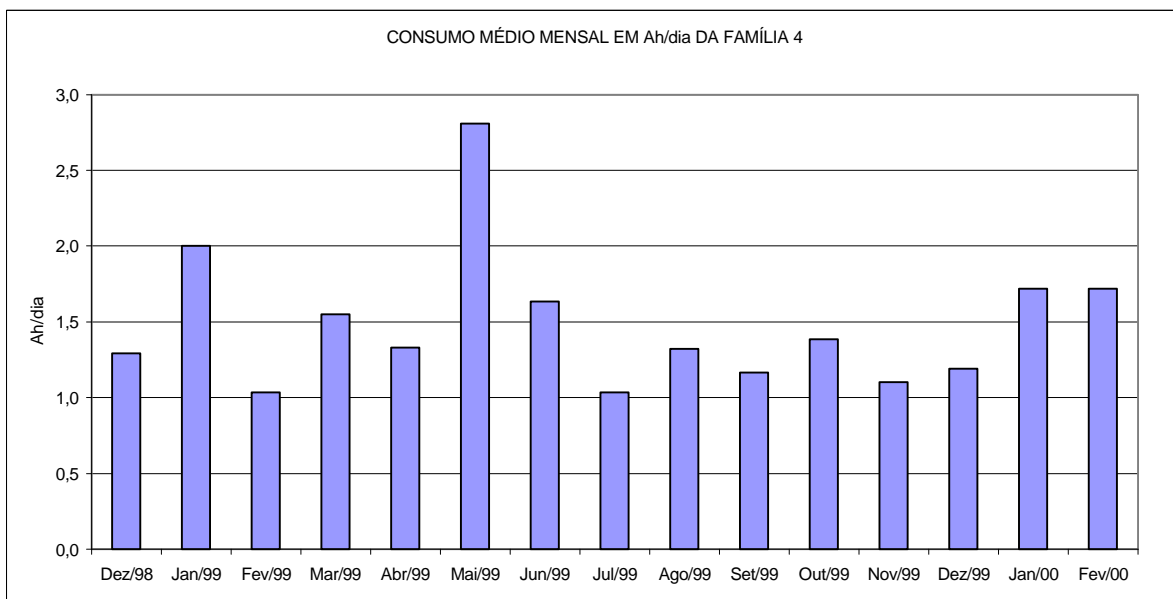


| FAM3: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Nov/98 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | | | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| 2 | | | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | 3 | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| 3 | | | 1 | 2 | 3 | 2 | 5 | | | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| 4 | | | 3 | 1 | 5 | 2 | 3 | | | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| 5 | | | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | | | 3 | 3 | 0 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| 6 | | | 0 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 7 | | | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | | | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| 8 | | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | | | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| 9 | | 3 | 1 | 2 | 5 | 1 | 2 | | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 4 |
| 10 | | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | 5 |
| 11 | | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 12 | | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| 13 | | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 1 | | 4 | 2 | 1 | 4 | 0 | 4 | 2 | 1 |
| 14 | | 4 | 2 | 1 | 5 | 1 | 1 | | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 15 | | 3 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | | 4 | 5 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| 16 | | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 |
| 17 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 6 | | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 1 |
| 18 | | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 19 | | 5 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 | | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 |
| 20 | | 3 | 1 | 7 | 4 | 5 | 1 | | 2 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 21 | | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 22 | | 3 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 23 | | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 0 | | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 24 | | 2 | 3 | 6 | 0 | 9 | 0 | | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 |
| 25 | | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| 26 | | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 0 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| 27 | | 1 | 3 | 7 | 1 | 4 | 0 | | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 28 | | 5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | |
| 29 | | 2 | 1 | | 5 | 2 | 0 | | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | |
| 30 | | 2 | 1 | | 0 | 1 | 0 | | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | |
| 31 | | 2 | 1 | | 3 | | 0 | | 1 | 2 | | 5 | | 2 | 3 | |
| MED | | 2,3 | 1,7 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 1,3 | | 2,6 | 2,9 | 2,5 | 2,8 | 2,4 | 2,1 | 2,4 | 2,4 |



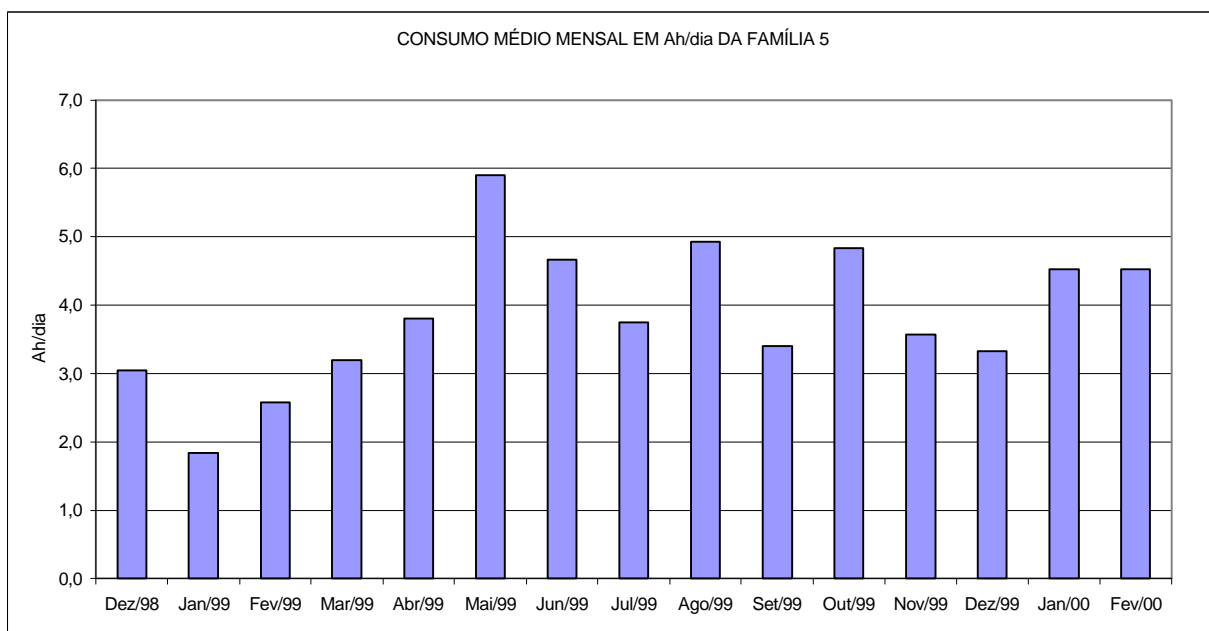
| FAM4: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Nov/99 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | | |
| 2 | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | | |
| 3 | | | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| 4 | | | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 5 | | | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| 6 | | | 0 | 1 | 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | | |
| 7 | | | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 8 | | 0 | 1 | 1 | 7 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | | |
| 9 | | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| 10 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | | |
| 11 | | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 12 | | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | | |
| 13 | | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | |
| 14 | | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 7 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| 15 | | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| 16 | | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | | |
| 17 | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | | |
| 18 | | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | | |
| 19 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |
| 20 | | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 21 | | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | | |
| 22 | | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 23 | | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| 24 | | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | | |
| 25 | | 5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 4 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | | |
| 26 | | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 11 | 1 | 1 | | |
| 27 | | 3 | 9 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | | |
| 28 | | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | | |
| 29 | | 1 | 3 | | 4 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| 30 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | | |
| 31 | | 1 | 0 | | 1 | | 2 | | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | |
| MED | | 1,3 | 2,0 | 1,0 | 1,5 | 1,3 | 2,8 | 1,6 | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,7 | 1,7 |

Em janeiro e fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.

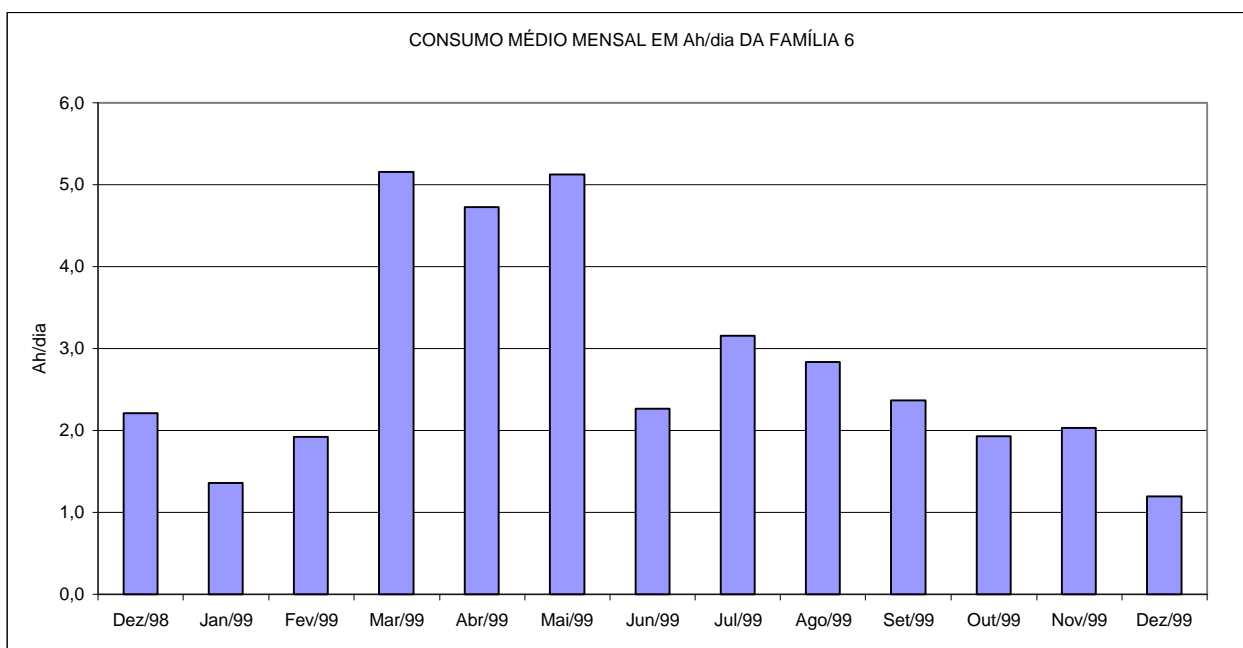


| FAM5: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Nov/99 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | | 2 | 1 | 2 | 3 | 6 | 4 | 0 | 5 | 5 | 0 | 7 | 6 | | |
| 2 | | | 1 | 3 | 2 | 2 | 6 | 3 | 0 | 3 | 3 | 5 | 0 | 7 | | |
| 3 | | | 1 | 2 | 1 | 4 | 6 | 3 | 0 | 4 | 5 | 8 | 4 | 5 | | |
| 4 | | | 2 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 0 | 5 | 5 | 3 | 2 | 7 | | |
| 5 | | | 1 | 2 | 7 | 3 | 9 | 12 | 0 | 4 | 5 | 3 | 8 | 7 | | |
| 6 | | | 4 | 1 | 0 | 2 | 10 | 7 | 0 | 11 | 6 | 6 | 1 | 6 | | |
| 7 | | | 0 | 1 | 4 | 3 | 6 | 6 | 7 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | | |
| 8 | | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 6 | 4 | 9 | 7 | 0 | 5 | 0 | 0 | | |
| 9 | | 5 | 2 | 11 | 1 | 2 | 8 | 5 | 8 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1 | | |
| 10 | | 5 | 1 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 6 | 0 | 7 | 3 | 4 | | |
| 11 | | 4 | 0 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 | 6 | 1 | 0 | 8 | 7 | 7 | | |
| 12 | | 9 | 0 | 1 | 0 | 3 | 5 | 5 | 3 | 9 | 0 | 3 | 4 | 4 | | |
| 13 | | 3 | 0 | 2 | 0 | 7 | 13 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | | |
| 14 | | 5 | 3 | 2 | 0 | 4 | 3 | 7 | 2 | 6 | 3 | 5 | 4 | 0 | | |
| 15 | | 3 | 3 | 3 | 12 | 14 | 8 | 5 | 6 | 6 | 10 | 7 | 5 | 0 | | |
| 16 | | 4 | 5 | 2 | 2 | 8 | 1 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6 | 11 | 1 | | |
| 17 | | 2 | 2 | 3 | 5 | 6 | 10 | 1 | 5 | 4 | 4 | 6 | 5 | 2 | | |
| 18 | | 4 | 3 | 2 | 0 | 7 | 6 | 5 | 3 | 2 | 5 | 4 | 6 | 5 | | |
| 19 | | 3 | 2 | 2 | 5 | 9 | 0 | 4 | 4 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | | |
| 20 | | 4 | 3 | 3 | 3 | 15 | 0 | 2 | 8 | 6 | 5 | 1 | 6 | 1 | | |
| 21 | | 0 | 2 | 2 | 4 | 5 | 7 | 0 | 3 | 7 | 5 | 3 | 4 | 4 | | |
| 22 | | 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 0 | 6 | 6 | 5 | 3 | 3 | 2 | | |
| 23 | | 3 | 4 | 3 | 12 | 0 | 5 | 13 | 5 | 5 | 5 | 9 | 6 | 4 | | |
| 24 | | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 8 | 5 | 4 | 4 | 0 | 7 | 5 | 3 | | |
| 25 | | 1 | 1 | 1 | 7 | 0 | 5 | 4 | 4 | 1 | 5 | 3 | 4 | 6 | | |
| 26 | | 0 | 3 | 4 | 6 | 0 | 9 | 8 | 6 | 9 | 6 | 5 | 4 | 4 | | |
| 27 | | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 5 | 7 | 5 | 5 | 2 | 5 | 0 | 3 | | |
| 28 | | 3 | 1 | 0 | 4 | 0 | 4 | 10 | 2 | 5 | 5 | 6 | 0 | 8 | | |
| 29 | | 2 | 1 | | 3 | 0 | 9 | 0 | 4 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | | |
| 30 | | 2 | 1 | | 5 | 0 | 6 | 0 | 2 | 10 | 0 | 6 | 0 | 0 | | |
| 31 | | 2 | 1 | | 0 | | 6 | | 3 | 3 | | 6 | | 0 | | |
| MED | | 3,0 | 1,8 | 2,6 | 3,2 | 3,8 | 5,9 | 4,7 | 3,7 | 4,9 | 3,4 | 4,8 | 3,6 | 3,3 | 4,5 | 4,5 |

Em janeiro e fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.

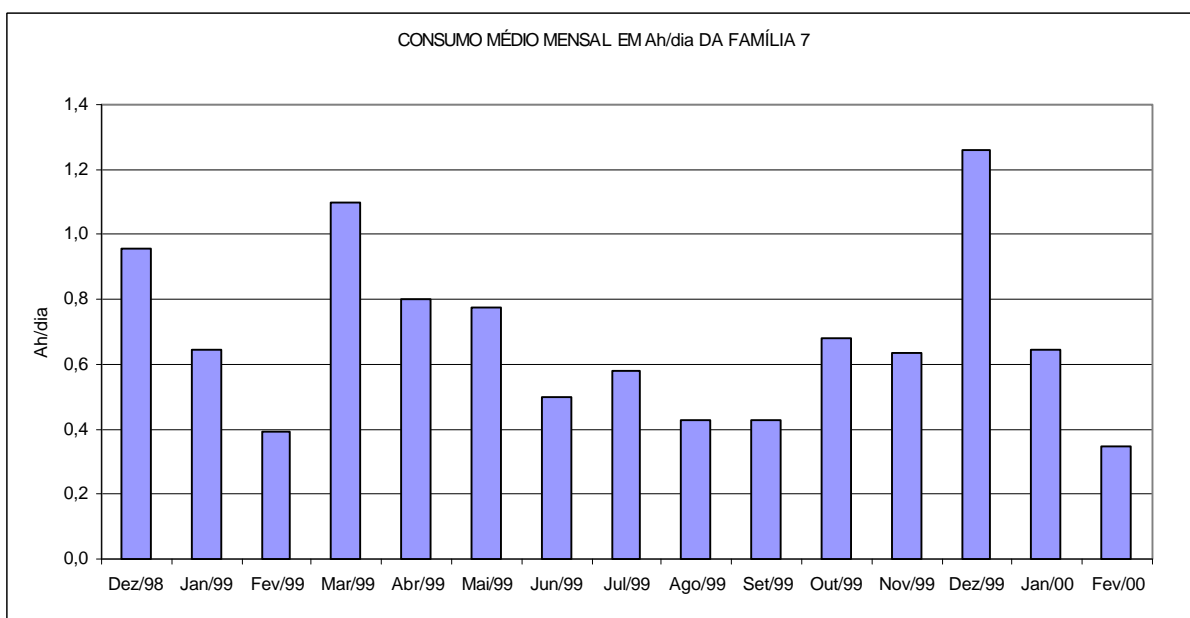


| FAM6: Ah/dia | | Nov/98 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
|--------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | | | 1 | 1 | 6 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 7 | | |
| 2 | | | | 1 | 3 | 1 | 1 | 6 | 6 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | | |
| 3 | | | | 1 | 1 | 5 | 1 | 7 | 2 | 3 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | | |
| 4 | | | | 1 | 2 | 10 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | | |
| 5 | | | | 1 | 1 | 5 | 30 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | | |
| 6 | | | | 1 | 1 | 7 | 1 | 5 | 2 | 11 | 5 | 1 | 1 | 4 | 3 | | |
| 7 | | | | 1 | 1 | 5 | 7 | 6 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | | |
| 8 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 9 | 5 | 5 | 1 | 6 | 6 | 3 | 2 | 1 | | |
| 9 | | | 4 | 2 | 1 | 2 | 16 | 7 | 1 | 2 | 3 | 1 | 8 | 2 | 0 | | |
| 10 | | | 6 | 1 | 3 | 1 | 9 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | | |
| 11 | | | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 5 | 3 | 3 | | |
| 12 | | | 12 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 6 | 7 | 5 | 5 | 3 | 0 | | |
| 13 | | | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | | |
| 14 | | | 5 | 2 | 2 | 10 | 2 | 4 | 2 | 7 | 3 | 6 | 0 | 2 | 2 | | |
| 15 | | | 1 | 1 | 2 | 6 | 1 | 4 | 0 | 11 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | | |
| 16 | | | 2 | 3 | 4 | 1 | 6 | 6 | 0 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 0 | | |
| 17 | | | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | | |
| 18 | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 4 | 0 | 2 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | | |
| 19 | | | 1 | 2 | 1 | 21 | 6 | 4 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | | |
| 20 | | | 1 | 2 | 1 | 7 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | | |
| 21 | | | 1 | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | | |
| 22 | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | | |
| 23 | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | | |
| 24 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | | |
| 25 | | | 1 | 1 | 1 | 5 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | | |
| 26 | | | 2 | 1 | 5 | 31 | 2 | 7 | 0 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 0 | | |
| 27 | | | 1 | 1 | 6 | 9 | 4 | 5 | 23 | 3 | 2 | 3 | 6 | 2 | 0 | | |
| 28 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 1 | 6 | 3 | 4 | 2 | 2 | 0 | | |
| 29 | | | 1 | 5 | | 1 | 1 | 8 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 0 | | |
| 30 | | | 1 | 1 | | 7 | 1 | 12 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3 | 0 | | |
| 31 | | | 1 | 1 | | 3 | | 20 | | 3 | 2 | | 2 | | 0 | | |
| MED | | | 2,2 | 1,4 | 1,9 | 5,2 | 4,7 | 5,1 | 2,3 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 1,9 | 2,0 | 1,2 | | |



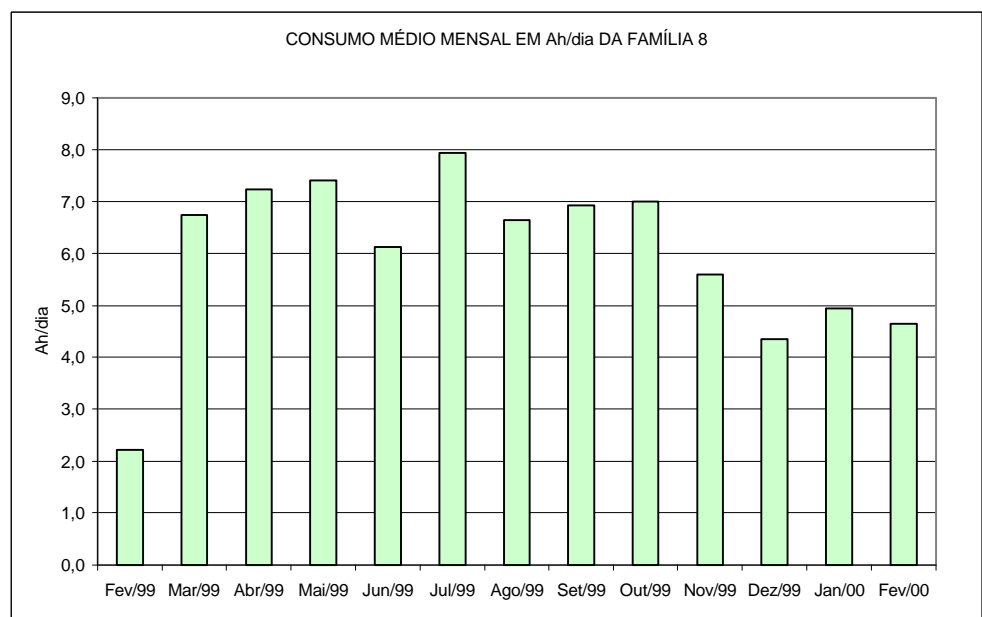
| FAM7: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Nov/98 | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 4 | | | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 4 | 1 | 0 | |
| 5 | | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 6 | | | 0 | 2 | 8 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| 7 | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 2 | 0 | 1 | 0 | |
| 8 | | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 9 | | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 10 | | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 11 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 12 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 13 | | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 14 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 6 | 1 | |
| 15 | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 1 | 0 | 4 | 2 | |
| 16 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 17 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | 1 | 0 | 2 | 1 | |
| 18 | | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 19 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | 1 | 0 | 3 | 1 | |
| 20 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 21 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 22 | | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 23 | | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 24 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 25 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 26 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 27 | | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 28 | | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | | | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 29 | | 0 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 30 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 31 | | 0 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | |
| MED | | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 1,3 | 0,6 | 0,4 |

Em agosto e setembro de 1999 como em fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.

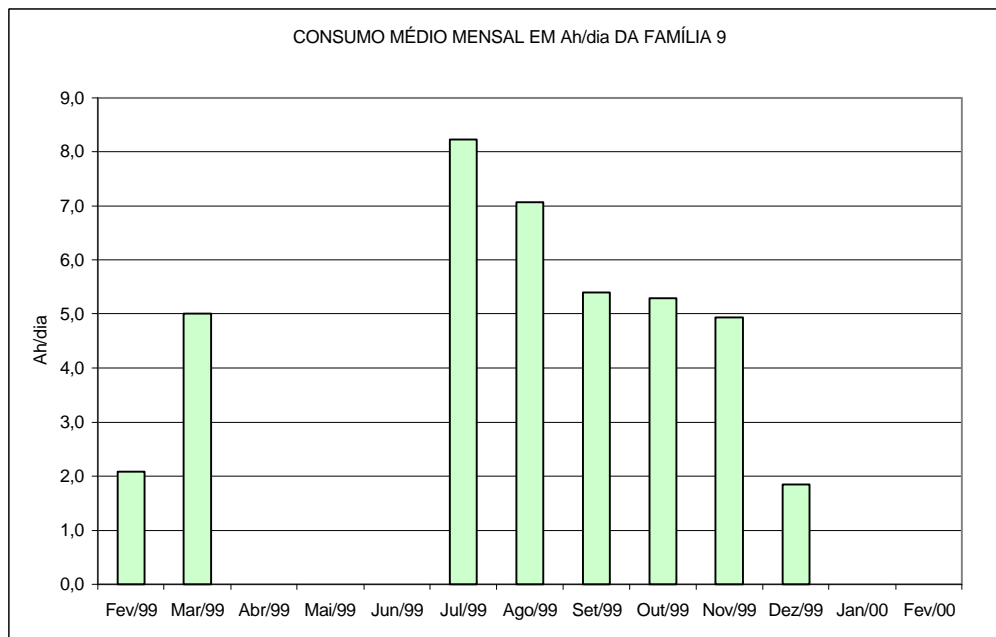


| FAM8: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| DIA | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 | |
| 1 | | 5 | 7 | 11 | 5 | 7 | 8 | 10 | 6 | 6 | 3 | 8 | | |
| 2 | | 5 | 6 | 8 | 6 | 5 | 9 | 1 | 11 | 5 | 4 | 4 | | |
| 3 | | 4 | 0 | 13 | 2 | 10 | 7 | 10 | 6 | 6 | 6 | 4 | | |
| 4 | | 5 | 0 | 5 | 9 | 8 | 8 | 5 | 2 | 6 | 9 | 4 | | |
| 5 | | 9 | 1 | 11 | 10 | 8 | 11 | 11 | 5 | 8 | 5 | 6 | | |
| 6 | 0 | 5 | 3 | 10 | 6 | 5 | 8 | 5 | 5 | 5 | 4 | 12 | | |
| 7 | 10 | 6 | 8 | 11 | 3 | 3 | 6 | 10 | 10 | 8 | 6 | 4 | | |
| 8 | 2 | 6 | 7 | 20 | 5 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 8 | 6 | | |
| 9 | 0 | 9 | 6 | 0 | 3 | 6 | 9 | 7 | 10 | 7 | 2 | 4 | | |
| 10 | 0 | 3 | 2 | 10 | 4 | 5 | 11 | 10 | 5 | 7 | 1 | 7 | | |
| 11 | 0 | 12 | 12 | 8 | 4 | 4 | 5 | 6 | 8 | 8 | 2 | 5 | | |
| 12 | 0 | 7 | 8 | 7 | 6 | 8 | 5 | 7 | 8 | 3 | 6 | 9 | | |
| 13 | 0 | 8 | 7 | 5 | 6 | 7 | 4 | 7 | 9 | 6 | 5 | 8 | | |
| 14 | 0 | 4 | 10 | 5 | 10 | 7 | 0 | 7 | 4 | 5 | 7 | 5 | | |
| 15 | 0 | 8 | 0 | 5 | 4 | 10 | 0 | 7 | 7 | 4 | 4 | 7 | | |
| 16 | 0 | 5 | 13 | 8 | 10 | 15 | 0 | 4 | 8 | 5 | 8 | 5 | | |
| 17 | 0 | 6 | 11 | 11 | 18 | 10 | 6 | 7 | 7 | 5 | 4 | 5 | | |
| 18 | 0 | 7 | 7 | 4 | 9 | 9 | 7 | 9 | 5 | 5 | 6 | 3 | | |
| 19 | 1 | 3 | 6 | 5 | 5 | 9 | 8 | 5 | 7 | 5 | 3 | 4 | | |
| 20 | 4 | 9 | 10 | 8 | 7 | 12 | 8 | 7 | 14 | 3 | 5 | 3 | | |
| 21 | 0 | 7 | 6 | 7 | 2 | 13 | 7 | 11 | 5 | 7 | 3 | 4 | | |
| 22 | 6 | 7 | 10 | 4 | 2 | 20 | 16 | 9 | 10 | 7 | 5 | 6 | | |
| 23 | 0 | 8 | 8 | 6 | 9 | 4 | 3 | 8 | 2 | 7 | 5 | 2 | | |
| 24 | 0 | 18 | 10 | 13 | 7 | 5 | 5 | 7 | 7 | 6 | 0 | 5 | | |
| 25 | 8 | 9 | 9 | 4 | 7 | 7 | 9 | 7 | 5 | 3 | 0 | 5 | | |
| 26 | 7 | 3 | 11 | 4 | 4 | 7 | 6 | 4 | 14 | 4 | 0 | 4 | | |
| 27 | 6 | 6 | 7 | 9 | 6 | 8 | 4 | 4 | 5 | 4 | 0 | 3 | | |
| 28 | 7 | 8 | 10 | 4 | 4 | 8 | 10 | 3 | 8 | 5 | 9 | 3 | | |
| 29 | | 7 | 10 | 7 | 4 | 6 | 6 | 8 | 8 | 5 | 4 | 2 | | |
| 30 | | 5 | 12 | 3 | 7 | 7 | 8 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 | | |
| 31 | | 5 | | 4 | | 9 | 7 | | 4 | | 6 | 4 | | |
| MED | 2,2 | 6,7 | 7,2 | 7,4 | 6,1 | 7,9 | 6,6 | 6,9 | 7,0 | 5,6 | 4,4 | 4,9 | 4,7 | |

Em fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.

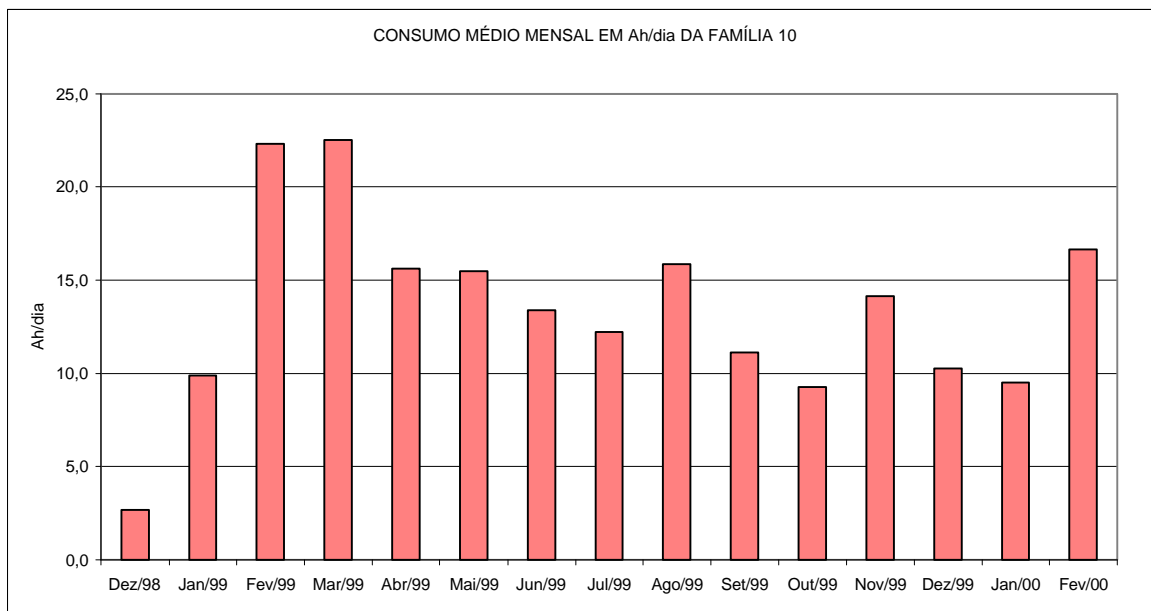


| FAM9: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | 5 | | | | 6 | 8 | 2 | 8 | 7 | 7 | | |
| 2 | | 2 | | | | 11 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | | |
| 3 | | 4 | | | | 7 | 4 | 10 | 4 | 4 | 5 | | |
| 4 | | 2 | | | | 6 | 4 | 6 | 5 | 7 | 1 | | |
| 5 | | 4 | | | | 22 | 5 | 2 | 6 | 6 | 1 | | |
| 6 | 0 | 8 | | | | 20 | 11 | 2 | 4 | 5 | 1 | | |
| 7 | 4 | 6 | | | | 11 | 7 | 2 | 4 | 1 | 2 | | |
| 8 | 3 | 7 | | | | 3 | 6 | 2 | 2 | 0 | 1 | | |
| 9 | 6 | 4 | | | | 14 | 23 | 3 | 1 | 0 | 1 | | |
| 10 | 6 | 5 | | | | 9 | 32 | 2 | 5 | 12 | 1 | | |
| 11 | 5 | 7 | | | | 7 | 17 | 5 | 12 | 5 | 1 | | |
| 12 | 2 | 5 | | | | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 2 | | |
| 13 | 0 | 6 | | | | 5 | 12 | 3 | 10 | 5 | 1 | | |
| 14 | 0 | 3 | | | | 4 | 7 | 3 | 1 | 4 | 1 | | |
| 15 | 0 | 5 | | | | 6 | 6 | 2 | 4 | 7 | 1 | | |
| 16 | 0 | 8 | | | | 7 | 3 | 2 | 6 | 4 | 1 | | |
| 17 | 0 | 4 | | | | 12 | 7 | 2 | 5 | 4 | 1 | | |
| 18 | 0 | 5 | | | | 17 | 4 | 3 | 7 | 1 | 1 | | |
| 19 | 0 | 5 | | | | 6 | 3 | 3 | 14 | 14 | 1 | | |
| 20 | 0 | 5 | | | | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | | | |
| 21 | 0 | | | | | 10 | 5 | 2 | 4 | 1 | | | |
| 22 | 0 | | | | | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | | | |
| 23 | 0 | | | | | 7 | 4 | 4 | 0 | 4 | | | |
| 24 | 5 | | | | | 7 | 6 | 2 | 1 | 1 | | | |
| 25 | 5 | | | | | 6 | 1 | 6 | 8 | 2 | | | |
| 26 | 5 | | | | | 5 | 3 | 6 | 5 | 3 | | | |
| 27 | 4 | | | | | 3 | 2 | 6 | 7 | 10 | | | |
| 28 | 3 | | | | | 5 | 1 | 17 | 8 | 11 | | | |
| 29 | | | | | | 2 | 7 | 26 | 3 | 6 | | | |
| 30 | | | | | | 6 | 6 | 26 | 1 | 8 | | | |
| 31 | | | | | | 9 | 6 | | 12 | | | | |
| MED | 2,1 | 5,0 | | | | 8,2 | 7,1 | 5,4 | 5,3 | 4,9 | 1,8 | | |



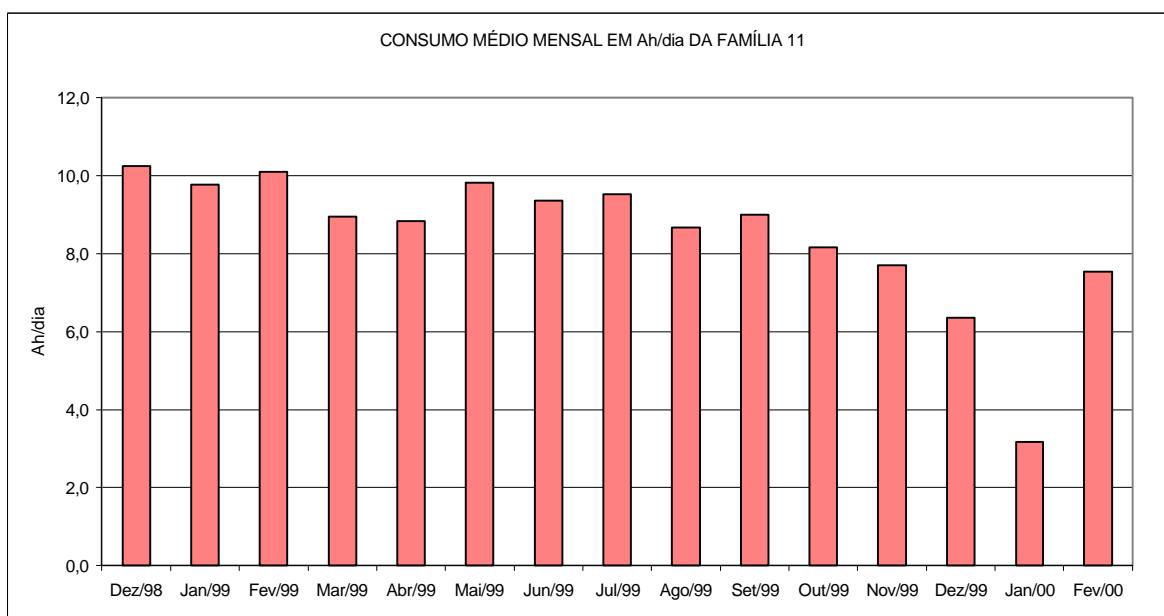
| FAM10: Ah/dia | | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
|---------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | 2 | 11 | 19 | 18 | 21 | 10 | 26 | 12 | 12 | 9 | 15 | 10 | 11 | 25 | |
| 2 | | 1 | 25 | 23 | 12 | 8 | 12 | 7 | 14 | 30 | 11 | 11 | 5 | 8 | 21 | |
| 3 | | 2 | 35 | 13 | 24 | 12 | 8 | 7 | 16 | 5 | 12 | 13 | 6 | 8 | 19 | |
| 4 | | 1 | 26 | 11 | 20 | 15 | 27 | 7 | 14 | 14 | 11 | 12 | 7 | 9 | 25 | |
| 5 | | 7 | 29 | 17 | 14 | 16 | 19 | 6 | 18 | 23 | 9 | 16 | 7 | 7 | 26 | |
| 6 | | 4 | 30 | 15 | 12 | 18 | 7 | 6 | 17 | 8 | 12 | 14 | 7 | 7 | 29 | |
| 7 | 0 | 9 | 25 | 16 | 4 | 17 | 15 | 11 | 15 | 14 | 14 | 17 | 9 | 4 | 37 | |
| 8 | 3 | 4 | 43 | 32 | 6 | 14 | 12 | 14 | 18 | 11 | 7 | 16 | 9 | 4 | 28 | |
| 9 | 4 | 3 | 8 | 25 | 43 | 21 | 7 | 11 | 17 | 9 | 15 | 19 | 8 | 2 | | |
| 10 | 3 | 3 | 38 | 37 | 16 | 16 | 8 | 12 | 16 | 9 | 8 | 18 | 9 | 3 | | |
| 11 | 4 | 3 | 10 | 48 | 12 | 18 | 11 | 13 | 16 | 11 | 8 | 19 | 13 | 6 | | |
| 12 | 3 | 4 | 16 | 42 | 14 | 19 | 8 | 11 | 18 | 12 | 5 | 19 | 18 | 14 | | |
| 13 | 3 | 2 | 31 | 34 | 6 | 12 | 9 | 9 | 24 | 11 | 6 | 18 | 17 | 19 | | |
| 14 | 4 | 2 | 45 | 22 | 14 | 12 | 15 | 7 | 22 | 5 | 12 | 26 | 14 | 18 | | |
| 15 | 2 | 7 | 9 | 18 | 12 | 17 | 7 | 8 | 12 | 7 | 11 | 18 | 16 | 13 | | |
| 16 | 11 | 9 | 19 | 39 | 5 | 13 | 9 | 11 | 17 | 6 | 8 | 16 | 13 | 19 | | |
| 17 | 10 | 5 | 12 | 25 | 5 | 16 | 18 | 11 | 15 | 12 | 15 | 18 | 7 | 14 | | |
| 18 | 2 | 6 | 18 | 15 | 20 | 20 | 8 | 13 | 17 | 15 | 11 | 18 | 13 | 13 | | |
| 19 | 2 | 11 | 21 | 15 | 20 | 21 | 5 | 14 | 23 | 9 | 8 | 13 | 4 | 14 | | |
| 20 | 2 | 10 | 23 | 12 | 14 | 18 | 5 | 13 | 18 | 12 | 8 | 17 | 9 | 18 | | |
| 21 | 3 | 27 | 42 | 8 | 18 | 16 | 8 | 14 | 18 | 11 | 6 | 14 | 9 | 14 | | |
| 22 | 1 | 2 | 16 | 3 | 34 | 27 | 12 | 16 | 18 | 11 | 7 | 12 | 8 | 9 | | |
| 23 | 2 | 1 | 21 | 20 | 19 | 10 | 8 | 19 | 13 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | | |
| 24 | 1 | 19 | 18 | 19 | 14 | 19 | 14 | 17 | 12 | 9 | 8 | 12 | 7 | 9 | | |
| 25 | 1 | 19 | 14 | 23 | 19 | 9 | 8 | 12 | 16 | 12 | 7 | 8 | 12 | 6 | | |
| 26 | 1 | 23 | 11 | 25 | 6 | 13 | 26 | 19 | 15 | 8 | 9 | 7 | 7 | 5 | | |
| 27 | 0 | 21 | 13 | 23 | 16 | 15 | 31 | 21 | 16 | 8 | 7 | 8 | 14 | 5 | | |
| 28 | 0 | 29 | 16 | 21 | 16 | 15 | 15 | 17 | 11 | 8 | 8 | 8 | 13 | 7 | | |
| 29 | 2 | 24 | | 22 | 13 | 19 | 28 | 9 | 13 | 5 | 6 | 6 | 11 | 5 | | |
| 30 | 1 | 24 | | 24 | 23 | 9 | 32 | 7 | 8 | 19 | 8 | 8 | 13 | 9 | | |
| 31 | 2 | 23 | | 32 | | 4 | | 11 | 12 | | 12 | | 14 | 6 | | |
| MED | 2,7 | 9,9 | 22,3 | 22,5 | 15,6 | 15,5 | 13,4 | 12,2 | 15,8 | 11,1 | 9,3 | 14,2 | 10,3 | 9,5 | 16,6 | |

Em fevereiro de 2000 houve registro parcial e se considerou a integração do valor mensal.



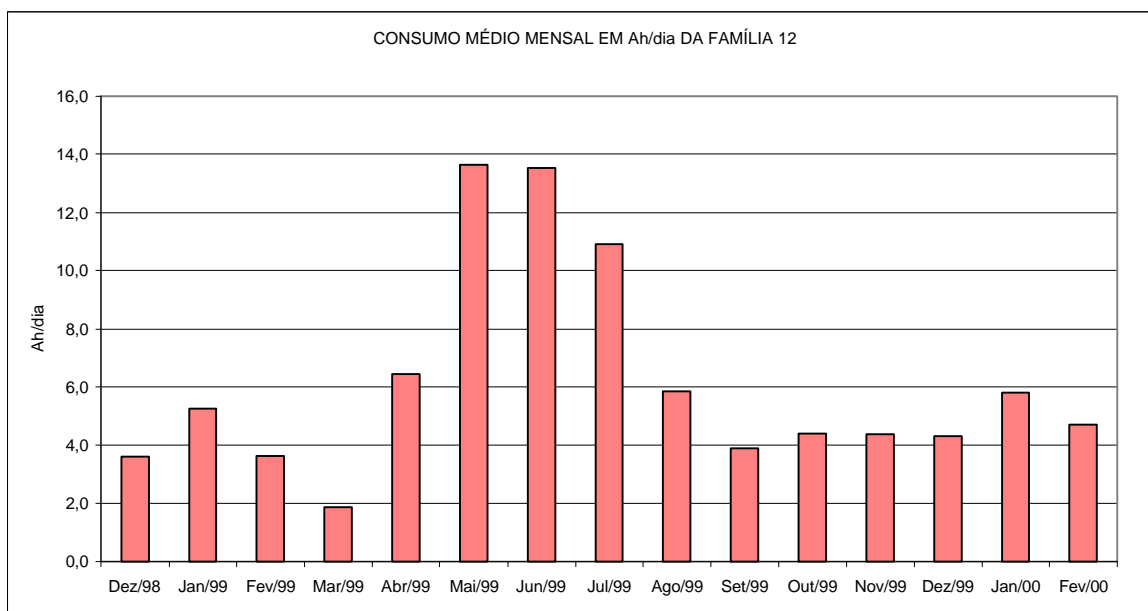
| FAM11: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | 13 | 11 | 0 | 7 | 8 | 12 | 11 | 0 | 16 | 2 | 3 | 17 | 4 | |
| 2 | | 9 | 13 | 30 | 6 | 11 | 10 | 7 | 17 | 12 | 7 | 25 | 7 | 6 | |
| 3 | | 12 | 10 | 17 | 5 | 10 | 11 | 14 | 8 | 0 | 5 | 5 | 7 | 0 | |
| 4 | | 23 | 11 | 9 | 7 | 11 | 11 | 0 | 9 | 17 | 9 | 9 | 10 | 15 | |
| 5 | | 8 | 11 | 7 | 7 | 12 | 11 | 18 | 11 | 11 | 11 | 1 | 5 | 0 | |
| 6 | | 0 | 0 | 11 | 10 | 15 | 0 | 4 | 8 | 0 | 5 | 11 | 8 | 0 | |
| 7 | 0 | 20 | 0 | 12 | 0 | 9 | 6 | 6 | 8 | 22 | 14 | 10 | 0 | 0 | |
| 8 | 14 | 11 | 40 | 17 | 15 | 8 | 5 | 7 | 8 | 0 | 10 | 8 | 17 | 0 | |
| 9 | 7 | 10 | 9 | 14 | 9 | 0 | 15 | 7 | 8 | 18 | 4 | 0 | 3 | 0 | |
| 10 | 12 | 18 | 0 | 28 | 9 | 14 | 7 | 12 | 9 | 5 | 6 | 17 | 3 | 0 | |
| 11 | 10 | 19 | 23 | 0 | 9 | 12 | 11 | 20 | 6 | 4 | 9 | 5 | 5 | 0 | |
| 12 | 9 | 10 | 19 | 7 | 11 | 10 | 10 | 0 | 0 | 10 | 13 | 7 | 12 | 0 | |
| 13 | 15 | 11 | 0 | 8 | 10 | 12 | 7 | 11 | 16 | 8 | 11 | 1 | 6 | 0 | |
| 14 | 3 | 12 | 0 | 11 | 11 | 8 | 4 | 0 | 14 | 8 | 11 | 14 | 6 | 0 | |
| 15 | 17 | 12 | 14 | 0 | 10 | 9 | 7 | 23 | 0 | 9 | 20 | 9 | 3 | 0 | |
| 16 | 10 | 0 | 11 | 9 | 7 | 11 | 11 | 0 | 8 | 7 | 10 | 8 | 9 | 0 | |
| 17 | 10 | 16 | 0 | 8 | 7 | 12 | 8 | 26 | 7 | 8 | 3 | 5 | 5 | 0 | |
| 18 | 14 | 16 | 10 | 7 | 4 | 9 | 10 | 0 | 8 | 8 | 4 | 9 | 0 | 0 | |
| 19 | 8 | 0 | 14 | 0 | 6 | 6 | 5 | 13 | 8 | 8 | 0 | 8 | 0 | 0 | |
| 20 | 15 | 12 | 10 | 9 | 10 | 8 | 10 | 0 | 7 | 7 | 9 | 5 | 13 | 0 | |
| 21 | 0 | 12 | 8 | 7 | 15 | 11 | 3 | 19 | 11 | 8 | 12 | 10 | 5 | 0 | |
| 22 | 16 | 10 | 16 | 3 | 13 | 8 | 10 | 0 | 12 | 7 | 9 | 7 | 1 | 30 | |
| 23 | 7 | 8 | 0 | 13 | 12 | 4 | 11 | 21 | 0 | 6 | 8 | 10 | 9 | 8 | |
| 24 | 11 | 0 | 8 | 0 | 12 | 6 | 8 | 9 | 18 | 0 | 3 | 5 | 8 | 0 | |
| 25 | 7 | 10 | 1 | 17 | 0 | 10 | 14 | 0 | 6 | 19 | 12 | 0 | 2 | 9 | |
| 26 | 12 | 11 | 23 | 8 | 18 | 12 | 11 | 0 | 14 | 2 | 8 | 16 | 8 | 10 | |
| 27 | 7 | 10 | 11 | 6 | 9 | 10 | 12 | 25 | 9 | 14 | 9 | 8 | 9 | 0 | |
| 28 | 13 | 10 | 10 | 6 | 7 | 13 | 16 | 10 | 8 | 9 | 10 | 6 | 5 | 16 | |
| 29 | 13 | 0 | | 0 | 9 | 10 | 10 | 10 | 12 | 13 | 10 | 9 | 4 | 0 | |
| 30 | 15 | 0 | | 7 | 10 | 11 | 15 | 10 | 9 | 14 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| 31 | 11 | 0 | | 6 | | 14 | | 12 | 10 | | 6 | | 10 | 0 | |
| MED | 10,2 | 9,8 | 10,1 | 8,9 | 8,8 | 9,8 | 9,4 | 9,5 | 8,7 | 9,0 | 8,2 | 7,7 | 6,4 | 3,2 | 7,5 |

Em fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.



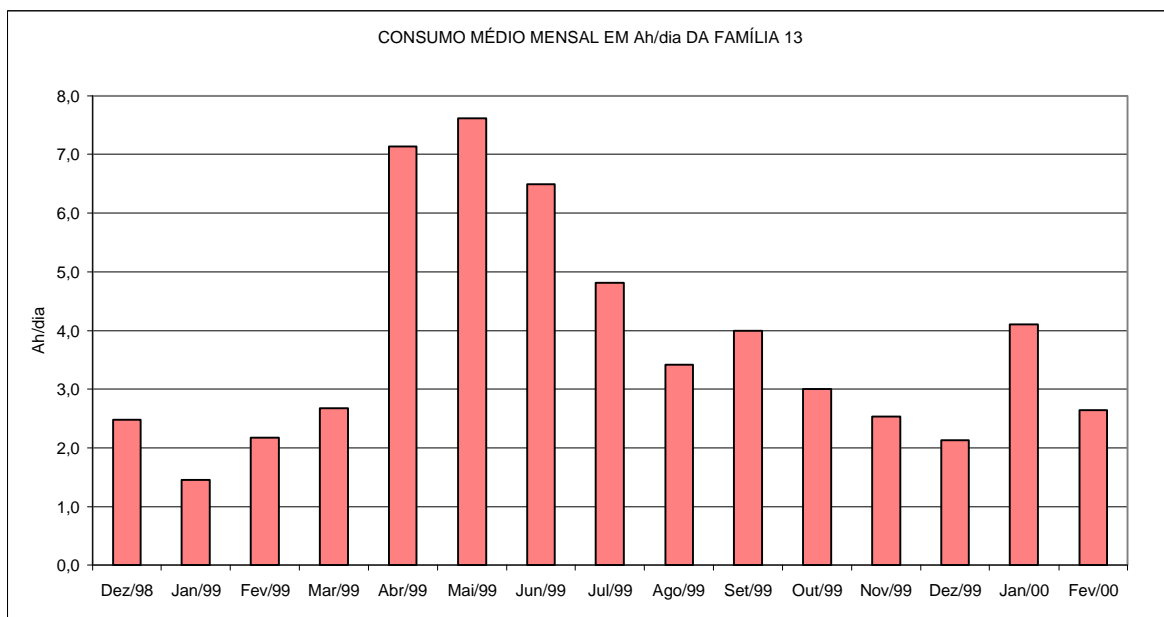
| FAM12: Ah/dia | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| DIA | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 | |
| 1 | | 6 | 0 | 2 | 0 | 13 | 3 | 1 | 10 | 3 | 5 | 2 | 5 | 15 | | |
| 2 | | 8 | 2 | 3 | 0 | 9 | 4 | 3 | 13 | 2 | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| 3 | | 8 | 9 | 2 | 0 | 17 | 32 | 12 | 10 | 2 | 6 | 3 | 4 | 0 | | |
| 4 | | 7 | 12 | 1 | 0 | 23 | 9 | 8 | 9 | 8 | 3 | 4 | 5 | 22 | | |
| 5 | | 8 | 11 | 3 | 11 | 18 | 22 | 4 | 11 | 7 | 10 | 4 | 2 | 9 | | |
| 6 | | 9 | 1 | 4 | 11 | 6 | 31 | 15 | 10 | 6 | 4 | 5 | 3 | 0 | | |
| 7 | 0 | 12 | 0 | 4 | 0 | 19 | 20 | 21 | 10 | 8 | 2 | 5 | 1 | 16 | | |
| 8 | 0 | 11 | 0 | 2 | 12 | 19 | 8 | 22 | 11 | 8 | 7 | 3 | 7 | 8 | | |
| 9 | 1 | 4 | 4 | 3 | 0 | 8 | 7 | 13 | 4 | 2 | 7 | 3 | 10 | | | |
| 10 | 2 | 4 | 0 | 2 | 0 | 6 | 13 | 11 | 3 | 3 | 10 | 3 | 3 | | | |
| 11 | 0 | 8 | 2 | 2 | 0 | 6 | 6 | 4 | 3 | 3 | 6 | 22 | 4 | | | |
| 12 | 1 | 6 | 9 | 0 | 0 | 10 | 35 | 4 | 1 | 4 | 3 | 9 | 4 | | | |
| 13 | 0 | 7 | 11 | 0 | 0 | 10 | 8 | 3 | 6 | 5 | 3 | 7 | 3 | | | |
| 14 | 1 | 3 | 7 | 0 | 0 | 20 | 3 | 23 | 6 | 3 | 3 | 7 | 5 | | | |
| 15 | 0 | 5 | 0 | 0 | 14 | 10 | 8 | 14 | 4 | 6 | 8 | 3 | 5 | | | |
| 16 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 14 | 7 | 14 | 3 | 2 | 6 | 2 | 3 | | | |
| 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 20 | 10 | 12 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3 | | | |
| 18 | 4 | 1 | 0 | 0 | 18 | 26 | 20 | 18 | 8 | 4 | 6 | 3 | 2 | | | |
| 19 | 5 | 3 | 0 | 0 | 21 | 30 | 9 | 14 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 | | | |
| 20 | 3 | 13 | 0 | 0 | 7 | 27 | 3 | 13 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | | |
| 21 | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 | 28 | 10 | 8 | 5 | 2 | 2 | 1 | 3 | | | |
| 22 | 10 | 2 | 0 | 3 | 20 | 7 | 15 | 13 | 1 | 4 | 3 | 1 | 7 | | | |
| 23 | 8 | 6 | 0 | 4 | 5 | 4 | 39 | 6 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | | | |
| 24 | 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | 4 | 11 | 9 | 2 | 9 | 3 | 1 | 3 | | | |
| 25 | 0 | 1 | 3 | 5 | 8 | 14 | 12 | 5 | 4 | 2 | 3 | 7 | 13 | | | |
| 26 | 3 | 2 | 1 | 1 | 12 | 7 | 17 | 15 | 10 | 2 | 7 | 2 | 12 | | | |
| 27 | 3 | 6 | 20 | 1 | 8 | 12 | 16 | 5 | 8 | 2 | 3 | 1 | 10 | | | |
| 28 | 18 | 3 | 5 | 1 | 5 | 12 | 10 | 16 | 2 | 4 | 3 | 1 | 8 | | | |
| 29 | 19 | 5 | | 1 | 7 | 14 | 16 | 7 | 8 | 3 | 4 | 7 | 1 | | | |
| 30 | 4 | 3 | | 2 | 11 | 5 | 2 | 15 | 4 | 2 | 2 | 6 | 0 | | | |
| 31 | 1 | 4 | | 7 | | 5 | | 10 | 2 | | 2 | | 0 | | | |
| MED | 3,6 | 5,3 | 3,6 | 1,9 | 6,4 | 13,6 | 13,5 | 10,9 | 5,8 | 3,9 | 4,4 | 4,4 | 4,3 | 5,8 | 4,7 | |

Em janeiro e em fevereiro de 2000 apenas se considerou a integração do valor mensal.

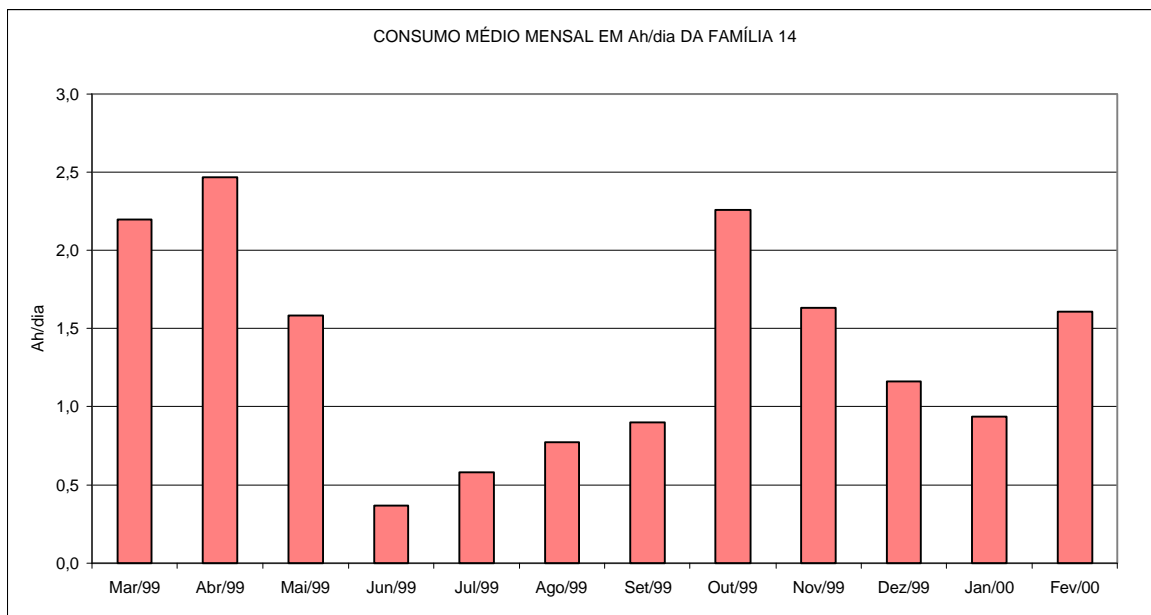


| FAM13: Ah/dia | | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
|---------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | | 3 | 8 | 11 | 0 | 24 | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 5 | 2 | |
| 2 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 0 | 0 | |
| 3 | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 8 | 3 | 2 | 5 | 4 | 5 | 8 | |
| 4 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 4 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 7 | |
| 5 | | | 0 | 1 | 0 | 13 | 2 | 6 | 7 | 3 | 10 | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| 6 | | | 9 | 0 | 3 | 15 | 4 | 5 | 5 | 3 | 10 | 5 | 1 | 2 | 3 | |
| 7 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 9 | 4 | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | 4 | |
| 8 | 0 | | 2 | 0 | 1 | 6 | 8 | 10 | 3 | 2 | 5 | 5 | 0 | 0 | 6 | |
| 9 | 1 | | 1 | 10 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | 1 | | 1 | 0 | 17 | 0 | 4 | 2 | 9 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0 | 5 | |
| 11 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2 | 3 | 5 | 14 | 4 | 1 | |
| 12 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 9 | 2 | 6 | 3 | 6 | 0 | 4 | |
| 13 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 3 | 7 | 5 | 2 | 0 | 5 | 2 | |
| 14 | 0 | | 1 | 0 | 0 | 25 | 1 | 2 | 5 | 4 | 2 | 5 | 0 | 2 | 0 | |
| 15 | 2 | | 0 | 2 | 0 | 11 | 8 | 3 | 7 | 5 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 16 | 2 | | 2 | 16 | 0 | 0 | 22 | 9 | 6 | 4 | 2 | 5 | 0 | 0 | 5 | |
| 17 | 2 | | 2 | 9 | 0 | 6 | 6 | 7 | 7 | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | 0 | | 9 | 0 | 0 | 6 | 5 | 10 | 8 | 4 | 3 | 8 | 0 | 0 | 6 | |
| 19 | 2 | | 0 | 1 | 0 | 5 | 8 | 2 | 3 | 4 | 7 | 0 | 5 | 5 | 5 | |
| 20 | 2 | | 2 | 3 | 0 | 4 | 4 | 13 | 8 | 4 | 5 | 2 | 1 | 1 | 4 | |
| 21 | 2 | | 2 | 0 | 0 | 23 | 5 | 1 | 6 | 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | |
| 22 | 6 | | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | |
| 23 | 10 | | 0 | 1 | 4 | 29 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 0 | 6 | |
| 24 | 2 | | 0 | 0 | 1 | 9 | 0 | 3 | 6 | 5 | 2 | 2 | 3 | 6 | 5 | |
| 25 | 6 | | 2 | 1 | 4 | 0 | 3 | 5 | 0 | 2 | 4 | 3 | 2 | 6 | 6 | |
| 26 | 4 | | 0 | 0 | 4 | 10 | 2 | 20 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 4 | |
| 27 | 3 | | 0 | 4 | 6 | 29 | 9 | 14 | 8 | 5 | 3 | 2 | 3 | 0 | 5 | |
| 28 | 4 | | 0 | 2 | 6 | 10 | 29 | 7 | 5 | 2 | 3 | 0 | 9 | 0 | 7 | |
| 29 | 1 | | 5 | | 8 | 4 | 18 | 8 | 1 | 2 | 5 | 0 | 6 | 4 | 4 | |
| 30 | 12 | | 0 | | 8 | 7 | 6 | 23 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 0 | 4 | |
| 31 | 0 | | 1 | | 5 | | 5 | | 2 | 3 | | 0 | | 0 | 12 | |
| MED | 2,5 | 1,5 | 2,2 | 2,7 | 7,1 | 7,6 | 6,5 | 4,8 | 3,4 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 2,1 | 4,1 | 2,6 | |

Em fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.

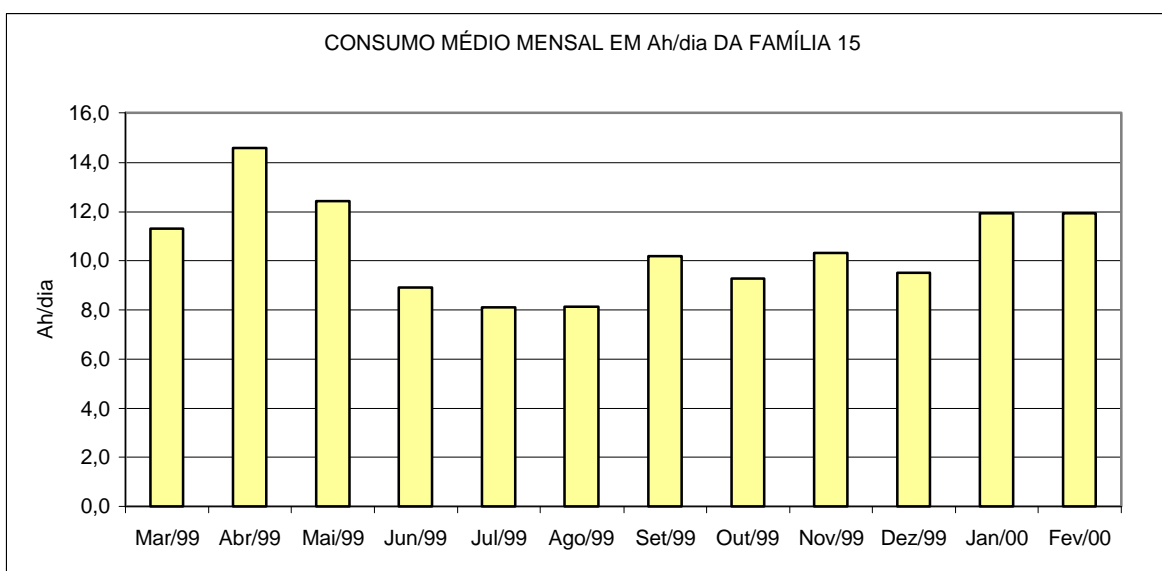


| FAM14: Ah/dia | | Dez/98 | Jan/99 | Fev/99 | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
|---------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | | | | | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | | | | | | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0 | 2 |
| 3 | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | | | | | | 0 | 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 7 | 1 |
| 5 | | | | | | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| 6 | | | | | | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| 7 | | | | | | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 | 3 | 8 | 1 |
| 8 | | | | | | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 9 | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | | | | | | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| 11 | | | | | | 2 | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 12 | | | | | | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | | | | | | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 14 | | | | | | 4 | 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | | | | | | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 16 | | | | | | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 17 | | | | | | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 8 | 4 | 1 | 0 | 2 |
| 18 | | | | | | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 |
| 19 | | | | | | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 20 | | | | | | 7 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 21 | | | | | | 7 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 22 | | | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 23 | | | | | 5 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 24 | | | | | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 25 | | | | | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| 26 | | | | | 3 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 27 | | | | | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| 28 | | | | | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 29 | | | | | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 1 | |
| 30 | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| 31 | | | | | 1 | | 0 | | 1 | 0 | | 3 | | 2 | 1 | |
| MED | | | | | 2,2 | 2,5 | 1,6 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 2,3 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 1,6 |

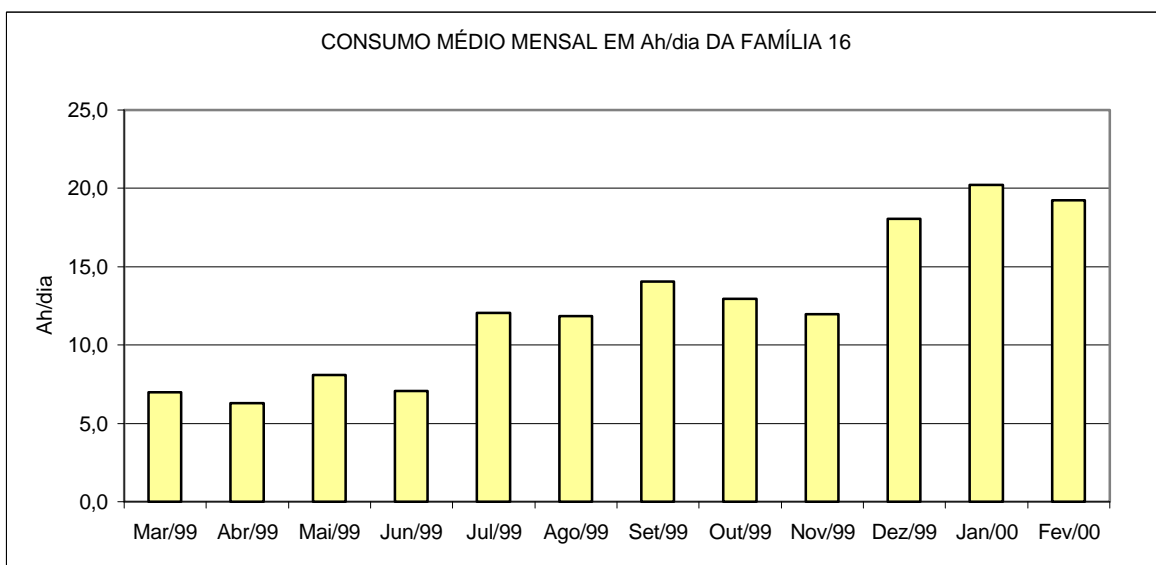


| FAM15: Ah/dia | | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
|---------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | | 17 | 11 | 8 | 8 | 7 | 5 | 10 | 12 | 13 | | |
| 2 | | | 18 | 10 | 7 | 7 | 7 | 8 | 13 | 14 | 19 | | |
| 3 | | | 20 | 15 | 12 | 7 | 5 | 9 | 9 | 10 | 5 | | |
| 4 | | | 25 | 13 | 7 | 10 | 8 | 12 | 7 | 6 | 12 | | |
| 5 | | | 11 | 11 | 14 | 7 | 5 | 17 | 8 | 9 | 12 | | |
| 6 | | | 17 | 14 | 9 | 12 | 11 | 22 | 7 | 6 | 11 | | |
| 7 | | | 25 | 13 | 11 | 4 | 9 | 8 | 7 | 12 | 10 | | |
| 8 | | | 17 | 14 | 10 | 4 | 12 | 13 | 6 | 7 | 10 | | |
| 9 | | | 15 | 9 | 10 | 9 | 8 | 12 | 10 | 12 | 9 | | |
| 10 | | | 9 | 17 | 10 | 5 | 8 | 7 | 13 | 7 | 11 | | |
| 11 | | | 8 | 9 | 10 | 6 | 9 | 10 | 15 | 9 | 8 | | |
| 12 | | | 7 | 17 | 8 | 8 | 10 | 8 | 10 | 10 | 6 | | |
| 13 | | | 14 | 15 | 8 | 12 | 7 | 11 | 7 | 7 | 5 | | |
| 14 | | | 15 | 20 | 7 | 11 | 8 | 7 | 9 | 8 | 6 | | |
| 15 | | | 15 | 10 | 16 | 9 | 8 | 9 | 7 | 8 | 7 | | |
| 16 | | | 16 | 10 | 11 | 9 | 7 | 9 | 8 | 6 | 8 | | |
| 17 | | | 17 | 14 | 7 | 11 | 8 | 7 | 5 | 7 | 6 | | |
| 18 | | | 14 | 8 | 7 | 12 | 9 | 14 | 8 | 12 | 7 | | |
| 19 | | | 10 | 13 | 7 | 6 | 9 | 14 | 10 | 11 | 10 | | |
| 20 | | | 18 | 11 | 4 | 8 | 7 | 10 | 10 | 27 | 7 | | |
| 21 | | | 13 | 13 | 2 | 7 | 7 | 10 | 10 | 21 | 7 | | |
| 22 | 9 | 7 | 11 | 8 | 8 | 9 | 7 | 10 | 10 | 13 | 10 | | |
| 23 | 6 | 11 | 19 | 10 | 7 | 9 | 9 | 8 | 10 | 7 | 9 | | |
| 24 | 8 | 14 | 12 | 6 | 8 | 7 | 8 | 8 | 11 | 7 | 10 | | |
| 25 | 9 | 20 | 20 | 24 | 7 | 13 | 9 | 9 | 8 | 9 | 10 | | |
| 26 | 14 | 16 | 13 | 5 | 6 | 6 | 9 | 9 | 9 | 10 | 15 | | |
| 27 | 14 | 11 | 12 | 9 | 8 | 9 | 10 | 10 | 9 | 11 | 9 | | |
| 28 | 19 | 15 | 13 | 7 | 7 | 9 | 10 | 10 | 10 | 12 | 11 | | |
| 29 | 13 | 10 | 11 | 7 | 8 | 8 | 10 | 10 | 8 | 8 | 10 | | |
| 30 | 7 | 12 | 0 | 6 | 11 | 7 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | | |
| 31 | 14 | | 7 | | 8 | 8 | | | 13 | | 10 | | |
| MED | 11,3 | 14,6 | 12,4 | 8,9 | 8,1 | 8,1 | 10,2 | 9,3 | 10,3 | 9,5 | 11,9 | 11,9 | |

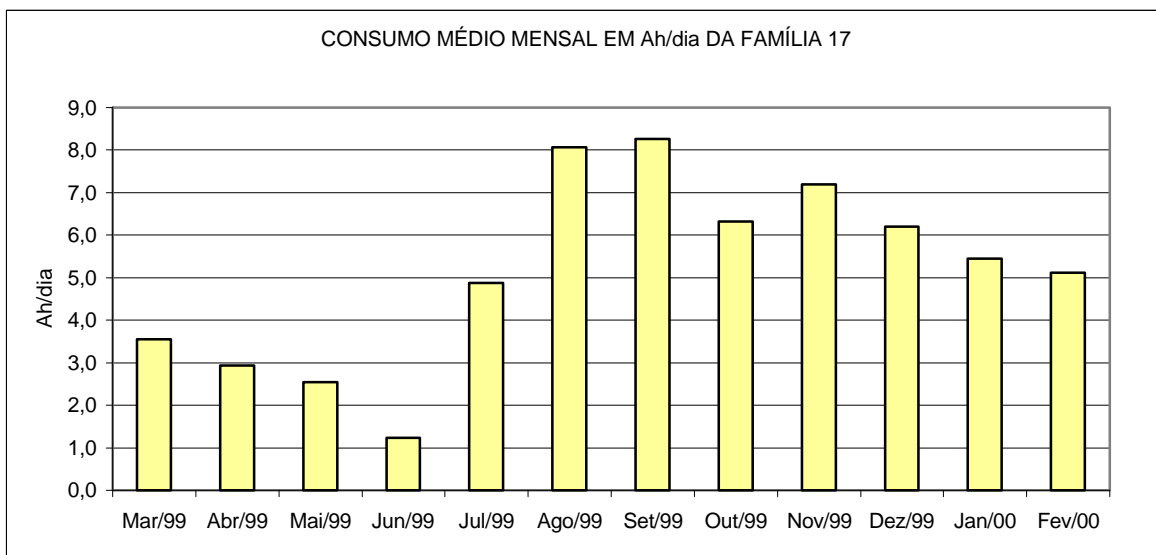
Em janeiro e fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.



| FAM16: Ah/dia | | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
|---------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | | | 9 | 9 | 5 | 13 | 22 | 12 | 14 | 13 | 26 | 19 | 4 |
| 2 | | | 7 | 10 | 8 | 12 | 12 | 14 | 14 | 6 | 22 | 13 | 32 |
| 3 | | | 10 | 7 | 10 | 9 | 11 | 16 | 11 | 3 | 19 | 8 | 22 |
| 4 | | | 10 | 6 | 14 | 12 | 11 | 14 | 12 | 0 | 17 | 14 | 24 |
| 5 | | | 4 | 6 | 7 | 14 | 13 | 22 | 14 | 7 | 20 | 9 | 17 |
| 6 | | | 7 | 8 | 3 | 10 | 11 | 18 | 11 | 15 | 30 | 28 | 19 |
| 7 | | | 11 | 9 | 4 | 13 | 13 | 21 | 15 | 12 | 5 | 23 | 27 |
| 8 | | | 4 | 6 | 4 | 7 | 15 | 17 | 30 | 6 | 5 | 22 | 17 |
| 9 | | | 6 | 7 | 2 | 8 | 15 | 15 | 10 | 9 | 7 | 25 | 23 |
| 10 | | | 6 | 7 | 3 | 19 | 11 | 14 | 14 | 7 | 13 | 23 | 11 |
| 11 | | | 5 | 9 | 4 | 12 | 14 | 15 | 21 | 9 | 8 | 19 | 14 |
| 12 | | | 5 | 6 | 5 | 13 | 9 | 15 | 24 | 13 | 16 | 21 | 24 |
| 13 | | | 8 | 11 | 5 | 10 | 7 | 13 | 7 | 10 | 9 | 22 | 20 |
| 14 | | | 5 | 7 | 5 | 14 | 8 | 12 | 12 | 8 | 5 | 25 | 14 |
| 15 | | | 8 | 7 | 5 | 15 | 8 | 8 | 13 | 17 | 25 | 22 | 10 |
| 16 | | | 5 | 10 | 1 | 13 | 7 | 8 | 18 | 21 | 27 | 24 | 16 |
| 17 | | | 7 | 11 | 2 | 13 | 11 | 9 | 10 | 12 | 23 | 21 | 3 |
| 18 | | | 5 | 8 | 3 | 16 | 13 | 14 | 26 | 11 | 30 | 25 | 10 |
| 19 | | | 2 | 7 | 2 | 14 | 12 | 12 | 12 | 13 | 17 | 27 | 30 |
| 20 | | | 3 | 9 | 3 | 14 | 11 | 13 | 10 | 17 | 29 | 23 | 17 |
| 21 | | | 4 | 7 | 3 | 9 | 9 | 15 | 8 | 26 | 17 | 21 | 18 |
| 22 | 6 | | 5 | 6 | 10 | 6 | 13 | 11 | 9 | 11 | 25 | 16 | 30 |
| 23 | 3 | | 9 | 9 | 13 | 14 | 15 | 11 | 11 | 7 | 18 | 13 | 20 |
| 24 | 10 | | 8 | 6 | 13 | 9 | 12 | 22 | 9 | 14 | 16 | 31 | 25 |
| 25 | 7 | | 8 | 7 | 14 | 11 | 10 | 14 | 11 | 8 | 14 | 11 | 29 |
| 26 | 7 | | 5 | 13 | 10 | 17 | 11 | 12 | 6 | 12 | 14 | 21 | 26 |
| 27 | 11 | | 6 | 9 | 14 | 14 | 11 | 18 | 8 | 12 | 15 | 11 | 18 |
| 28 | 11 | | 5 | 5 | 12 | 11 | 12 | 14 | 10 | 10 | 19 | 19 | |
| 29 | 4 | | 4 | 13 | 14 | 11 | 15 | 13 | 10 | 18 | 21 | 24 | |
| 30 | 6 | | 8 | 9 | 14 | 11 | 13 | 10 | 10 | 32 | 21 | 23 | |
| 31 | 5 | | | 7 | | 10 | 12 | | 11 | | 27 | 24 | |
| MED | | 7,0 | 6,3 | 8,1 | 7,1 | 12,1 | 11,8 | 14,1 | 12,9 | 12,0 | 18,1 | 20,2 | 19,3 |

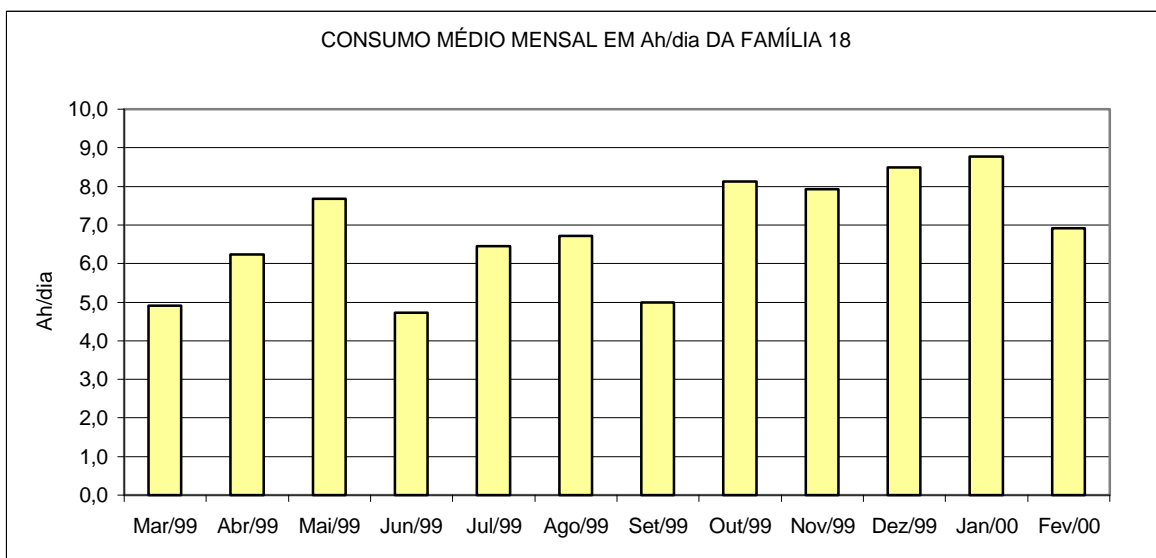


| FAM17: Ah/dia | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 13 | 5 | 2 | 5 | 15 | 4 |
| 2 | | 4 | 2 | 1 | 1 | 10 | 12 | 6 | 9 | 6 | 4 | 5 |
| 3 | | 4 | 3 | 1 | 4 | 12 | 14 | 7 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| 4 | | 8 | 0 | 1 | 1 | 9 | 15 | 7 | 17 | 6 | 7 | 4 |
| 5 | | 4 | 0 | 2 | 3 | 8 | 13 | 8 | 7 | 2 | 4 | 5 |
| 6 | | 3 | 2 | 2 | 1 | 9 | 11 | 3 | 16 | 2 | 6 | 6 |
| 7 | | 3 | 1 | 2 | 3 | 7 | 7 | 12 | 12 | 4 | 6 | 7 |
| 8 | | 3 | 4 | 2 | 1 | 14 | 11 | 6 | 14 | 11 | 8 | 3 |
| 9 | | 2 | 4 | 1 | 2 | 10 | 7 | 5 | 13 | 10 | 5 | 4 |
| 10 | | 1 | 3 | 1 | 3 | 11 | 5 | 5 | 5 | 1 | 4 | 5 |
| 11 | | 3 | 4 | 1 | 2 | 19 | 7 | 4 | 10 | 9 | 5 | 6 |
| 12 | | 0 | 9 | 1 | 6 | 13 | 7 | 9 | 6 | 5 | 7 | 7 |
| 13 | | 0 | 5 | 3 | 6 | 15 | 5 | 1 | 6 | 8 | 5 | 4 |
| 14 | | 6 | 2 | 1 | 11 | 8 | 4 | 4 | 9 | 7 | 3 | 3 |
| 15 | | 2 | 2 | 2 | 10 | 3 | 6 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 16 | | 5 | 4 | 1 | 10 | 2 | 3 | 10 | 6 | 5 | 2 | 6 |
| 17 | | 3 | 3 | 1 | 10 | 8 | 11 | 6 | 4 | 7 | 11 | 4 |
| 18 | | 4 | 2 | 2 | 11 | 3 | 4 | 4 | 6 | 7 | 4 | 7 |
| 19 | | 3 | 2 | 0 | 4 | 4 | 7 | 5 | 8 | 5 | 5 | 5 |
| 20 | | 5 | 1 | 0 | 4 | 6 | 5 | 7 | 6 | 8 | 5 | 8 |
| 21 | 2 | 5 | 3 | 1 | 2 | 5 | 6 | 11 | 16 | 6 | 4 | 9 |
| 22 | 8 | 2 | 2 | 2 | 7 | 5 | 5 | 12 | 8 | 6 | 5 | 3 |
| 23 | 3 | 2 | 6 | 1 | 5 | 7 | 7 | 10 | 5 | 7 | 5 | 4 |
| 24 | 4 | 2 | 1 | 1 | 10 | 5 | 3 | 6 | 1 | 9 | 4 | 2 |
| 25 | 5 | 1 | 2 | 2 | 4 | 6 | 5 | 8 | 2 | 8 | 4 | 2 |
| 26 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 6 | 11 | 5 | 4 | 10 | 5 | 10 |
| 27 | 4 | 3 | 1 | 1 | 5 | 5 | 14 | 2 | 4 | 8 | 2 | |
| 28 | 2 | 4 | 4 | 1 | 7 | 7 | 12 | 5 | 3 | 5 | 3 | |
| 29 | 4 | 1 | 1 | 0 | 6 | 11 | 12 | 9 | 2 | 6 | 5 | |
| 30 | 2 | 1 | 2 | 0 | 5 | 6 | 6 | 9 | 4 | 4 | 9 | |
| 31 | 2 | | 1 | | 1 | 13 | | 2 | | 5 | 8 | |
| MED | 3,5 | 2,9 | 2,5 | 1,2 | 4,9 | 8,1 | 8,3 | 6,3 | 7,2 | 6,2 | 5,5 | 5,1 |



| FAM18: Ah/dia | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DIA | Mar/99 | Abr/99 | Mai/99 | Jun/99 | Jul/99 | Ago/99 | Set/99 | Out/99 | Nov/99 | Dez/99 | Jan/00 | Fev/00 |
| 1 | | 1 | 8 | 7 | 9 | 7 | 10 | 0 | 13 | 11 | 10 | |
| 2 | | 6 | 8 | 10 | 8 | 5 | 6 | 0 | 8 | 16 | 8 | |
| 3 | | 9 | 11 | 5 | 10 | 6 | 8 | 0 | 11 | 7 | 8 | |
| 4 | | 9 | 4 | 8 | 7 | 5 | 8 | 0 | 8 | 5 | 2 | |
| 5 | | 8 | 9 | 3 | 13 | 7 | 6 | 1 | 8 | 10 | 19 | |
| 6 | | 6 | 11 | 6 | 11 | 8 | 8 | 8 | 10 | 9 | 7 | |
| 7 | | 4 | 2 | 3 | 9 | 6 | 6 | 11 | 7 | 13 | 8 | |
| 8 | | 7 | 5 | 1 | 12 | 4 | 4 | 11 | 4 | 8 | 12 | |
| 9 | | 8 | 9 | 5 | 12 | 7 | 4 | 12 | 8 | 5 | 9 | |
| 10 | | 7 | 7 | 3 | 7 | 13 | 4 | 13 | 11 | 6 | 8 | |
| 11 | | 2 | 7 | 2 | 5 | 8 | 4 | 15 | 11 | 9 | 5 | |
| 12 | | 3 | 10 | 2 | 5 | 9 | 2 | 14 | 8 | 1 | 8 | |
| 13 | | 4 | 6 | 3 | 4 | 7 | 12 | 7 | 13 | 3 | 7 | |
| 14 | | 2 | 6 | 4 | 6 | 6 | 8 | 11 | 5 | 4 | 9 | |
| 15 | | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 7 | 13 | 3 | 6 | 12 | |
| 16 | | 3 | 9 | 4 | 7 | 8 | 5 | 6 | 4 | 8 | 12 | |
| 17 | | 2 | 9 | 3 | 4 | 5 | 3 | 11 | 8 | 6 | 6 | |
| 18 | | 3 | 12 | 4 | 2 | 7 | 0 | 10 | 8 | 7 | 7 | |
| 19 | | 7 | 3 | 3 | 4 | 5 | 0 | 12 | 8 | 9 | 7 | |
| 20 | | 12 | 4 | 4 | 5 | 4 | 0 | 9 | 13 | 11 | 7 | |
| 21 | 9 | 9 | 4 | 4 | 9 | 3 | 0 | 8 | 9 | 8 | 2 | |
| 22 | 7 | 11 | 6 | 3 | 8 | 5 | | 8 | 7 | 8 | 9 | |
| 23 | 7 | 5 | 17 | 4 | 4 | 4 | | 6 | 2 | 7 | 7 | |
| 24 | 5 | 7 | 14 | 5 | 5 | 7 | | 11 | 9 | 9 | 17 | |
| 25 | 6 | 8 | 6 | 4 | 5 | 9 | | 7 | 4 | 9 | 11 | |
| 26 | 7 | 13 | 12 | 8 | 3 | 7 | | 7 | 13 | 16 | 16 | |
| 27 | 7 | 7 | 8 | 4 | 7 | 11 | | 9 | 6 | 9 | 4 | |
| 28 | 2 | 8 | 10 | 7 | 4 | 6 | | 9 | 7 | 8 | 9 | |
| 29 | 3 | 5 | 5 | 11 | 5 | 7 | | 9 | 8 | 14 | 10 | |
| 30 | 1 | 9 | 4 | 10 | 4 | 14 | | 7 | 4 | 11 | 6 | |
| 31 | 0 | | 8 | | 5 | 5 | | 7 | | 10 | 10 | |
| MED | 4,9 | 6,2 | 7,7 | 4,7 | 6,5 | 6,7 | 5,0 | 8,1 | 7,9 | 8,5 | 8,8 | 6,9 |

Em fevereiro de 2000 não houve registro, apenas a integração do valor mensal.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abed – El – Hadi, Zein & Wala’a Sarsar (1998). “Analysis of solar photovoltaic – powered village electrification at Abou-Sorra in Damascus Region”. *Renewable Energy*, Vol. 14, Nos. 1 – 4, pp. 119 – 128.

Almeida Prado F. A. de & Pereira O. S. (1998). “Programa ECOWATT - Uma Alternativa Comercial para Energia Solar Fotovoltaica”, *III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, São Paulo*, pp. 216-218.

Armenta-Deu C. (1998). “Improving photovoltaic system sizing by using electrolyte circulation in the lead-acid batteries”. *Renewable Energy*, Vol. 13, No. 2, pp. 215 – 225.

Aulich H.A., Raptis F. & Schmid J. (1998). “Rural electrification with photovoltaic hybrid plants – state of the art and future trends”. *Progress in Photovoltaic, Res. Appl.* 6, pp. 325 – 339.

Biffi, E. (1946). “Strumenti ed apparecchi elettrici”. *Libreria Editrice Politecnica Cesare Tamburini, Milano*, terza edizione.

Bladis P.A.D. De (1989). “A indústria dos sítios líticos de Médio Vale do Ribeira de Iguape: um ensaio tipológico”. *Revista de Pré-História Vol. 7*, pp. 89-111.

Bonetti Ch. (1997). “Análise do padrão de assentamento dos grupos coletores-pescadores do Baixo Vale do Ribeira de Iguape: levantamento dos sítios arqueológicos”. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

- Brandão Lopes J. R. (1957). “Zonas ecológicas do Estado de São Paulo”. *Educação e Ciências Sociais*. Ano II, Vol. 2, No. 5, Rio de Janeiro.
- Braun E. (1992). “Eletromagnetismo: de la ciencia a la tecnología”. *Coleção la Ciencia desde México N° 112*. Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., México.
- Camejo J., Díaz J. & Hernández R. (1999). “Criterios de selección y/o desarrollo de controladores de batería para la electrificación rural fotovoltaica en Cuba”. *Energía y Desarrollo N° 14*, pp. 30 – 33. Cochabamba – Bolívia.
- Capezzuto F. da Silva V. (1997). “A praia do meio: do homem da costa, do homem da terra. O homem do meio”, In Diegues A.C., Org.. *Ilhas e sociedades insulares*. São Paulo, Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras.
- CESP – Companhia Energética do Estado de São Paulo, (1990). “Energia Solar Sistemas Fotovoltaicos”. Relatório preparado por Daniek A.C. e Guerra Ferreira M.J. *Publicado pelo Departamento de Comunicação da CESP*.
- CESP – Companhia Energética do Estado de São Paulo, (1997). “Programa Eldorado: Projeto Parques Estaduais do Litoral Paulista”. Diretoria de Planejamento, Engenharia e Construção - Departamento de Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico - Divisão de Planejamento da Geração.
- Corrêa de Azevedo F. (1978). “Fandango do Paraná”. *Cadernos do Folclore # 23*, Ministério da Educação e Cultura, Departamento de Assuntos Culturais, Fundação Nacional de Arte – FUNARTE. Rio de Janeiro.
- Daniek A. C., Prado Jr. F. A. A. & Guerra Ferreira M. J. (1993). “Sistemas Fotovoltaicos Alguns Usos Viabilizados pela CESP no Vale do Ribeira: Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento”. *Anais do VI Congresso Brasileiro de Energia e I Seminário Latino Americano de Energia, São Paulo*, pp. 1125-1130.
- Davis M. (1998). “The effects of access to electricity – evidence from South Africa”. *Energy Police*, Vol. 26, No. 3, pp. 207 – 217.
- Deffontaines P. (1936). “Et paysages de l’État de S. Paul”. *Boletim Geográfico* No. 24 e 25.
- Diegues A.C. (1998). “O mito moderno da natureza intocada”. *Editora Hucitec, 2da. Edição, São Paulo*.
- Diegues A.C. & Nogara P. (1999). “O nosso lugar virou parque: estudo sócio-ambiental do Saco de Mamanguá-Parati-Rio de Janeiro”. *NUPAUB - CEMAR. 2da. Edição, São Paulo*.
- Egido M. A. & Lorenzo E. (1992). “The sizing of stand-alone PV-systems: a review and a proposed new method”. *Solar Energy Materials and Solar Cels*, **26**, pp. 51-69.
- Eletróbrás-CEPEL (1998). “Medidor eletrônico de Ampère-hora”. *Boletim comercial*.

Eyras J. R. & Lorenzo E. (1991). “Lessons From a PV Rural Electrification Project at Sierra de Segura (Spain)”. 10th. *European Photovoltaic Solar Energy Conference. Lisbon*, pp. 869-871.

Eyras J. R. & Lorenzo E. (1993). “An Energy Consumption Scenario for Sizing Rural Electrification PV Systems”. *Progress in Photovoltaics*, 1, 3, pp. 145 - 152.

Eyras J. R. (1997). “Estandarización de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos”, *Tesis de Doctorado, E.T.S.I. Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid*.

Fedrizzi M.C. & Serpa P. (1999). “Sistemas fotovoltaicos para o abastecimento de água: uma experiência de adoção da tecnologia em comunidades tradicionais”. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia*. Rio de Janeiro, pp. 1227-1231.

Ferns J. L. (1932). “Meter Engineering: a practical book on the installation, testing, and maintenance of electricity meters”. *Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd., London*.

Ferreira de Oliveira S.H. (1997). “Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos autônomos: ênfase na eletrificação de residências de baixo consumo”. *Dissertação de Mestrado*. Instituto de Electrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo.

Foley G. (1995). “Photovoltaic Applications in Rural Areas of the Developing World”. *World Bank Technical Paper Number 304*.

Golding E.W. & Widdis F.C. (1963). “Electrical measurements and measuring instruments”. *Pitman Paperbacks, fifth edition*.

Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente (1990). “Macrozoneamento do Complexo Estarino-Lagunar de Iguape-Cananéia: Plano de Gerenciamento Costeiro”. *Série Documentos, São Paulo*.

Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria da Educação (1992). “Programa de educação ambiental do Vale do Ribeira”. *Série Educação Ambiental, São Paulo*.

IEEE (1993). “The new IEEE standard dictionary of electrical and electronics terms”. *Published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Fifth edition, USA*.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (1996). “Regulamentação da APA Cananéia-Iguape-Peruíbe: plano de gestão/ZEE preliminar”. *Convênio IBAMA/SMA 033/97, São Paulo*.

Jansky C. M. (1917). “Electrical meters”. Prepared in the extension division of the University of Wisconsin. *McGraw-Hill Book Company, Inc. Second edition, London*.

- Krenzinger A. & Montero M. (1986). “Energy consumption patterns of the rural photovoltaic market in Spain”. *Proc. of 7th EC PV Solar Energy Conference. Sevilla*, pp. 382-386.
- Lacerda L. D. de (1999). “Os manguezais do Brasil”. In Vannucci M. (1999). *Os manguezais e nós*. Editora da Universidade de São Paulo, EDUSP, Brasil.
- Lamberts R., Dutra L. & Pereira F. (1997). “Eficiência energética na arquitetura”. *Eletróbrás – PROCEL*. PW Editores, São Paulo.
- Lorenzo E. (1997). “Photovoltaic rural electrification”. *Progress in Photovoltaics*, Vol. 5, pp. 3 – 27.
- Mengel R. (1995). “USP leva energia solar a Cananéia”. *Jornal da USP*. Semana do 28/8 a 3/9/95, pp. 7.
- Mercado R. (1990). “Apropiación y adaptación de energía solar aplicada a cultivos protegidos en la provincia de Pacajes, Departamento de La Paz, Bolivia”. In Maskrey A. e Rochabrun G., Org.. *Si Dios hizo la noche sin luz....El manejo popular de tecnologías*. Tecnología Intermedia (ITDG), Lima, Perú.
- Mousa M.A., Saleh Ibrahim I.M. & Molokhia I.M. (1998). “Comparative study in supplying electrical energy to small remote loads in Libya”. *Renewable Energy*, Vol. 14, Nos. 1 - 4, pp. 135 – 140.
- Naqvi F. (1998). “A computable general equilibrium model of energy, economy and equity interactions in Pakistan”. *Energy Economics*, Vol 20, pp. 347 – 373.
- Narvarte L. & Zilles R. (1995). “Contador de energía: integrador de Ah para medida de consumo en viviendas de baja renta”. *Instituto de Energía Solar – Universidad Politécnica de Madrid*. Documento interno.
- Oliveira L. de, Oliveira A. de & Soares de Castro M. (1996). “Consumo residencial de Energia: o caso de Cabaceiras”. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia e II Seminário Latino Americano de Energia, Rio de Janeiro*, pp. 217 – 224.
- Pereira de Queiroz M.I. (1969). “Vale do Ribeira: pesquisas sociológicas”. *Secretaria dos Serviços e Obras Públicas – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*. São Paulo.
- Petrone P. (1966). “A baixada do Ribeira, estudo de geografia humana”. *Boletim No. 283, Cadeira de Geografia No. 14, São Paulo*.
- Pompermayer M.L. & Charnet R. (1996). “Determinantes da demanda residencial de energia elétrica”. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia e II Seminário Latino Americano de Energia, Rio de Janeiro*, pp. 102 – 115.

Ramos Niembro G., Fiscal Escalante R., Maqueda Zamora M., Sada Gámis J. & Buitrón Sánche H. (1999). “Variables que influyen en el consumo de energia eléctrica”. *Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)*, Boletín de enero-febrero 1999, México.

Ribaric A. (1997). “Sítio Artur e os seus: para uma arqueologia da memória”, In Diegues A.C., Org.. *Ilhas e sociedades insulares*. São Paulo, Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras.

Rogers E. M. (1966). “Elementos de cambio social: difusión de innovaciones”. *Coedición de Ediciones Tercer Mundo y Facultad de Sociologia Universidad Nacional*. Bogotá, Colómbia.

Santos da Silva L. G. (1993). “Caiçaras e jangadeiros: cultura marítima e modernização no Brasil”. *CEMAR Centro de Culturas Marítimas*, São Paulo. Versão preliminar.

Sapiaín R., Schmidt R., Fuentes E., Torres A. & Flores C. (1998). “Experiences in the Dissemination of Photovoltaic Electrification in Rural Areas of the High Plateau of Northern Chile”. 2nd. *World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy Conversion*. Viena, pp. 3030-3032.

Sato E. M., Moreira J. G. & Zilles R. (1995a). “Photovoltaic Systems Installed in Isolated Areas of the State of São Paulo (Brasil): Troubles and Possible Solutions”. 13th *European Photovoltaic Solar Energy Conference Nice – France*, pp. 1023-1025.

Sato E., Zilles R. & Moreira J. G. S. (1995b). “Potencial de Electrificación Fotovoltaica en el Litoral Sur de São Paulo”. *IV Seminário Nacional de Energia Solar*. Sucre, pp. 153-158.

Scalambrini Costa H. (1997). “An analysis of the use consumption of energy in rural areas of state of Pernambuco (Brazil). Perspectives of photovoltaic eletrification”. *Proc. Of 14th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona-Spain*, pp. 943-946.

Souza Moreira J.G. de & Peri G. (1990). “Impacto tecno-econômico de uma instalação fotovoltaica: Paomia (Córsega) – França”. *Anais do V Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro*, pp. 1129–1138.

Souza Moreira J.G. de & Peri G. (1993). “Energia elétrica para sistemas isolados: da energia solar fotovoltaica à eletrificação rural. O caso da central solar de Rondulinu-Paomia na Córsega/França”. *Anais do VI Congresso Brasileiro de Energia e I Seminário Latinoamericano de energia, Rio de Janeiro*, pp. 1013–1016.

Van der Plas R. J. & Hankins M. (1999). “Solar Electricity in Africa: A Reality”. *Energy Policy*, Vol. 26, No 4, pp. 295-305.

Vannucci M. (1999). “Os manguezais e nós”. *Editora da Universidade de São Paulo, EDUSP*, Brasil.

Vringer K. & Blok K. (1995). “The direct and indirect energy requirements of households in the Netherlands”. *Energy Police*, Vol. 23, No. 10, pp. 893 – 910.

Washington Luís, (1980). “Na Capitania de São Vicente”. *Editora Itatiaia Ltda. - Editora da Universidade de São Paulo*. São Paulo, Brasil.

Westinghouse Electric Corporation (1952). “Handbook of Westinghouse watt-hour and demand meters”. *Meter Division, fifth edition, Newark, N.J. USA*.

Widmayer F. Don (1996a). “Thomas Alva Edison’s contributions”. *Precision Lighting Inc. – History of Electric Lighting, Chapter 2*. <http://www.flexiwatt.com/html/history2.html> acessada em 30/04/99.

Widmayer F. Don (1996b). “Tesla and his death ray”. *Precision Lighting Inc. – History of Electric Lighting, Chapter 3*. <http://www.flexiwatt.com/html/history3.html> acessada em 30/04/99.

Widmayer F. Don (1996c). “The resurgence of DC power”. *Precision Lighting Inc. – History of Electric Lighting, Chapter 7*. <http://www.flexiwatt.com/html/history7.html> acessada em 30/04/99.

Wilhite H., Nakagami H., Masuda T., Yamaga Y. & Haneda H. (1996). “A cross-cultural analysis of household energy use behaviour in Japan and Norway”. *Energy Policy*. Vol. 24, No. 9, pp. 795-803.

Wodon Q. T. (1999). “Micro determinants of consumption, poverty, growth, and inequality in Bangladesh”. *World Bank, Policy Research Working Paper Series Number 2076*, march .

Zilles R., de Andrade A. M. & Almeida Prado Jr. F. (1997a). “Solar Home System Programs in São Paulo State, Brasil: Utility and User Associations Experiences”. *14th European Photovoltaic Solar Energy Conference. Barcelona*, pp. 931-933.

Zilles R. & Lorenzo E. (1997b). “Solar Home Systems Users and the Use of Small 2W Incandescent Lamps”. *14th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona*, pp. 2550-2551.

PUBLICAÇÕES GERADAS POR ESTA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Morante F., Zilles R

Título: “Demanda energética de pequeños sistemas fotovoltaicos en el litoral sur del Estado de São Paulo – Brasil”, *Revista Energía y Desarrollo, Ciner*, **15**, pp. 21-23, 1999*.

*Nota: O artigo foi publicado parcialmente no número 15 da revista, a segunda parte será publicada no número 16.

Morante F., Zilles R.

Título: “Medidas de consumo energético dos pequenos sistemas fotovoltaicos através de medidores de Ampère-hora”, *VIII Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro*, pp. 1539-1548, novembro de 1999.

Zilles R., **Morante F.**

Título: “ECOWATT program’s technical evaluation and user’s satisfaction”. *Proceeding of 16th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Glasgow-UK*, 2000.

Relatório interno

Morante F., Zilles R.

Título: “Medidor de Ah: Desenvolvimento e características técnicas”. *Documentação interna LSF/IEE 03/1999*, Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP.

Resumo aceito para publicação em congresso

Morante F., Zilles R.

Título: “Medidas de consumo em sistemas fotovoltaicos domiciliares”. *AGRENER 2000 – 3^o Encontro de Energia no Meio Rural*, Campinas, setembro 2000.

Zilles R., Fedrizzi M.C., **Morante F.**

Título: “Avaliação dos sistemas fotovoltaicos instalados nas residências dos moradores da Ilha do Cardoso”. *AGRENER 2000 – 3^o Encontro de Energia no Meio Rural*, Campinas, setembro 2000.