

KLAUS ZOELLNER

**A INCIDÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO NA
GERAÇÃO DE ÁGUA QUENTE NAS EDIFICAÇÕES**

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para obtenção do título de Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia.

Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. DOUGLAS BARRETO

São Paulo

Dezembro 2005

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Centro de Informação Tecnológica do
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Z85i

Zoellner, Klaus

A incidência da utilização do chuveiro elétrico na geração de água quente nas edificações. / Klaus Zoellner. São Paulo, 2005.

96p.

Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

1. Chuveiro elétrico 2. Aquecimento de água 3. Edificações 4. Habitação
5. Instalação hidráulica predial 6. Consumo de energia 7. Energia elétrica 8. Tese
I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Centro de
Aperfeiçoamento Tecnológico II. Título

06-06

CDU 696.144'48(043)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Eng^o Ítalo M. de Marchi e as indústrias Cardal, Corona, Fame, Lorenzetti e Lousano por toda a ajuda e colaborações desprendidas, sem as quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

RESUMO

Este trabalho aborda detalhadamente a incidência da utilização do chuveiro elétrico nos sistemas prediais de água quente, face à necessidade da produção de água quente para banho nas edificações. Também é quantificado o impacto, em porcentagem do gasto de eletricidade, que estes aparelhos têm no consumo residencial em função das regiões geográficas e da utilização, bem como foi feita uma projeção do impacto num cenário extrapolado para o ano de 2010.

Como não se dispõe de literatura específica sobre chuveiros elétricos foi feita uma revisão bibliográfica sobre a evolução histórica das instalações destinadas ao banho, desde a antigüidade até os nossos dias, e da evolução do hábito e da necessidade para higiene e prevenção de doenças. Além disso foram realizadas pesquisas junto aos fabricantes, empresas projetistas de instalações elétricas e entrevistas com pessoas ligadas ao tema para traçar a evolução e utilização destes aparelhos.

São apresentados e descritos sistemas utilizados para geração de água quente tais como: aquecedores de acumulação elétricos e a gás, aquecedores de passagem elétricos e a gás e aquecedores solar, dentre outros. São apresentados, também, o panorama de energia explorado e o potencial ainda não explorado de energia elétrica no Brasil.

Segundo pesquisa realizada pelo PROCEL, o chuveiro elétrico está presente em 67,6% das residências, ou seja, 32,4% não possuem sistema de aquecimento ou possuem outros tipos de sistema de aquecimento. Portanto, o chuveiro elétrico é o sistema de aquecimento de água mais utilizado para aquecimento de água para banho, no Brasil, e merece ser criteriosamente estudado.

Quanto ao impacto, em porcentagem do gasto de eletricidade, que o chuveiro tem nas contas de energia, o valor médio obtido para o ano de 2001 é de 31,2 %, que, de acordo com projeções feitas para o ano de 2010, tende a diminuir para 28,4 %.

Palavras-chave: Chuveiro elétrico, banho, geração de água quente, consumo energia.

ABSTRACT

This paper approaches, in details, the incidence of the use of the electric shower in the hot water building systems, due to the necessity of hot water production for bath in buildings. It was quantified, also, the impact, in percentage of the quantity of electricity, that these devices have in the residential consumption related to the Brazilian geographic regions and it's use, as well as a projection of the impact on a scene surpassed for the year of 2010.

Owing to the fact that there is no specific literature about electric showers, a bibliographical revision was made focusing, mainly, the historical evolution of the bath installations, since the ancient times until today and of the bath custom and need for hygiene and prevention of illnesses purposes. Besides this, inquiries of manufacturers and designing companies of electrical installations, as well as interviews with people linked to the matter had been carried out in order to delineate the evolution and use of these devices.

Systems used for hot water generation are presented and described such as: accumulation electric and gas heaters and boilers, instantaneous hot water systems and solar heaters, amongst others. Both Brazilian energy "panoramas", the explored one presently, and the potential, still not explored, are also presented.

According to research carried out by PROCEL, the electric shower is present in 67,6 % of the residences, or, either, 32,4 % of the families do not possess any or use other kind of heating system. Therefore, the electric shower is the most used water heating system for bathing, in Brazil, and so, it deserves to be judiciously studied.

Regarding the impact of the electric shower, in percentage of the total electricity expenses, on a standard family house, the average value, for 2001, was 31,2 %, value that, according projections for the year of 2010, tends to diminish for 28,4 %.

Words-key: Electric shower, bath, hot water generation, consumption energy

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Chuveiro do final do século XIX e início do século XX (LANDI (1993)).	9
Figura 2 – Banheiro do final do século XX (Deca (1999)).	10
Figura 3 – Esquema de banheira e caldeira com efeito termo-sifão (LANDI (1993)).	12
Figura 4 – Esquema de chuveiro elétrico blindado (ILHA (1994)).	15
Figura 5 – Dispositivo de aquecimento central individual (CARDAL (2005)).	15
Figura 6 – Aquecedor elétrico de acumulação (Cumulus (2005)).	16
Figura 7 – Esquema de aquecedor a gás (Catálogo Cumulus (2003)).	17
Figura 8 – Esquema de aquecedor a gás de acumulação (Manual Cumulus (2003)).	18
Figura 9 – Sistema central coletivo – caldeira a gás combustível (ILHA (1994)).	19
Figura 10 – Esquema básico de coletor solar plano (Catálogo Tecnosol (2003)).	21
Figura 11 – Esquema de instalação de sistema de aquecimento solar e distribuição de água (Hydroshop (2003)).	22
Figura 12 – Chuveiro elétrico fabricado por Vicente Busatto & Filhos Ltda., em Jundiaí, em 1927. (Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo (2005)).	24
Figura 13 – Chuveiro elétrico fabricado pela Indústria Sintex Ltda. na década de 1940 (Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo (2005)).	25
Figura 14 – Primeiro chuveiro elétrico automático fabricado pela Lorenzetti. (LORENZETTI (2005)).	27
Figura 15 – Chuveiro elétrico fabricado pela Corona. (CORONA (2005)).	30
Figura 16 – Cronologia da evolução dos chuveiros elétricos	35
Figura 17 – Estrutura da oferta de energia elétrica em 2002 no Brasil (ANEEL (2005)).	41

Figura 18 – Evolução do consumo de energia elétrica por setor, no Brasil, entre 1983 e 1998 (GWh) (MME (1999)).	46
Figura 19 – Número de consumidores residenciais.	49
Figura 20 – Consumo médio residencial	50
Figura 21 – Principais usos da energia elétrica nas residências brasileiras (GELLER (1991)).	51
Figura 22 – Participação do chuveiro elétrico no setor residencial e no consumo total de energia nas concessionárias do Estado de São Paulo, no ano de 1995 (MATAJS (1997)).	56
Figura 23 – Comparação entre curvas de demanda diária entre chuveiros de 4,5 kW e aquecedores acumuladores de 1,5 kW (GRAÇA (1990) apud GRAÇA E BARGHINI (1985 p.132)).	58
Figura 24 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Norte.	66
Figura 25 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Nordeste.	66
Figura 26 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Sudeste.	67
Figura 27 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Sul.	67
Figura 28 – Curvas de consumo médio por consumidor residencial e tendência e projeção – Região Centro Oeste.	68
Figura 29 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Brasil.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modo de aquecimento em função do equipamento.	14
Tabela 2 – Faixas de potência para chuveiros elétricos – Tensão de 127 V.	38
Tabela 3 – Faixas de potência para chuveiros elétricos – Tensão de 220 V.	38
Tabela 4 – Resumo dos empreendimentos que produzem energia elétrica em operação no Brasil e a potência instalada em função do tipo.	44
Tabela 5 – Número de consumidores residências (Brasil e regiões).	48
Tabela 6 – Consumo médio por consumidor residencial (kWh/Consumidor/mês) (Brasil e regiões).	49
Tabela 7 – Presença do chuveiro elétrico nas residências do Estado de São Paulo.	52
Tabela 8 – Porcentual de residências com posse de equipamentos elétricos.	53
Tabela 9 – Porcentual por região da quantidade total de aparelhos no país (PROCEL (1996) apud FERRARI (1996)).	54
Tabela 10 – Número de chuveiros elétricos em 1999 (por regiões e Brasil)	54
Tabela 11 – Mercado de produção de aquecedores, em 10 ³ unidades.	54
Tabela 12 – Quantidade, em 10 ³ unidades, dos aquecedores elétricos (instantâneos e chuveiros elétricos) em função da sua faixa de potência, no ano de 2000.	55
Tabela 13 – Consumo mensal de alguns eletrodomésticos na cidade de São Paulo – 1984.	57
Tabela 14 – Temperatura média considerada para cada região, com base no cálculo das temperaturas médias dos meses de fevereiro de 2004 (verão) e agosto (inverno) de cidades convenientemente escolhidas.	60
Tabela 15 – Potência mínima necessária para elevar a temperatura da água.	61
Tabela 16 – Potências mínimas médias, por região.	62

Tabela 17 – Média regional de morador por residência.	63
Tabela 18 – Frequência semanal de utilização do chuveiro elétrico.	64
Tabela 19 – Consumo mensal de energia devido ao chuveiro elétrico, por residência.	64
Tabela 20 – Porcentagem média da incidência do consumo do chuveiro elétrico em relação ao consumo médio residencial, no ano de 2001.	65
Tabela 21 – Porcentagem média da incidência do consumo do chuveiro elétrico em relação ao consumo médio residencial, no ano de 2010.	69

LISTA DE ABREVIATURAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Certificação da Qualidade

ANEEL – Agência nacional de energia elétrica

PROCEL – Programa nacional de conservação de energia elétrica

COHAB – Companhia metropolitana de habitação

MME – Ministério das minas e energia

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial

NBR – Norma brasileira

NB – Norma Brasileira

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas

GN – Gás natural

GLP – Gás liquefeito de petróleo

PVC – Policloreto de vinila

W – Watt

kW – Quilowatt

kWh – Quilowatt hora

kW/mês – Quilowatt por mês

GW – Gigawatt

GWh – Gigawatt hora

m - Metro

°C – Graus Celcius

km² – Quilômetro quadrado

l/s – Litros por segundo

l/min – Litros por minuto

V – Volts

mA – miliampére

DR – Disjuntor diferencial residual

AC – Antes de cristo

DC – Depois de cristo

PCH – Pequenas centrais hidrelétricas

ABC paulista – Cidades de Santo André, São Bernardo e São Caetano, pertencentes à grande São Paulo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	2
3 AS INSTALAÇÕES PREDIAIS AO LONGO DA HISTÓRIA	3
3.1 PRIMEIRAS INSTALAÇÕES	3
3.2 INSTALAÇÕES NO IMPÉRIO ROMANO	4
3.3 INSTALAÇÕES NA IDADE MÉDIA	6
3.4 INSTALAÇÕES NO SÉCULO XIX	7
3.5 INSTALAÇÕES NO SÉCULO XX	8
4 GERAÇÃO DE ÁGUA QUENTE	11
4.1 ENERGIA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL	12
4.2 SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE	13
4.3 EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO	13
4.4 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	14
4.4.1 CHUVEIRO ELÉTRICO	14
4.4.2 AQUECIMENTO CENTRAL INDIVIDUAL	15
4.4.3 AQUECIMENTO CENTRAL POR ACUMULAÇÃO	16
4.5 EQUIPAMENTOS A GÁS	16
4.5.1 AQUECEDORES DE PASSAGEM	17
4.5.2 AQUECEDORES DE ACUMULAÇÃO A GÁS	17

4.5.3 AQUECIMENTO CENTRAL COLETIVO	18
4.6 AQUECIMENTO A ENERGIA SOLAR	19
5 O CHUVEIRO ELÉTRICO	23
5.1 HISTÓRICO	23
5.1.1 OS PRIMEIROS APARELHOS	23
5.1.2 O CHUVEIRO AUTOMÁTICO	26
5.1.3 CHUVEIROS COM ATERRAMENTO E CAPTAÇÃO DA CORRENTE DE FUGA	28
5.1.4 CHUVEIRO ELÉTRICO COM CIRCUITO ELETRÔNICO DE SELEÇÃO DE TEMPERATURAS	31
5.1.5 VIABILIZAÇÃO DO USO DE DISJUNTORES DIFERENCIAIS	33
5.1.6 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DO CHUVEIRO ELÉTRICO.	35
5.2 FUNCIONAMENTO DO CHUVEIRO ELÉTRICO	35
5.3 CLASSES DE POTÊNCIA	38
5.4 CARACTERÍSTICAS DE USO E INSTALAÇÃO	39
6 ENERGIA ELÉTRICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA	41
6.1 A OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	41
6.2 O PERFIL DO CONSUMIDOR RESIDENCIAL BRASILEIRO	45
6.2.1 CONSUMO RESIDENCIAL	47
6.3 PRINCIPAIS USOS DA ENERGIA ELÉTRICA NAS RESIDÊNCIAS	50
6.4 A PRESENÇA DO CHUVEIRO ELÉTRICO NAS RESIDÊNCIAS	51
6.5 O CHUVEIRO ELÉTRICO NO MERCADO DE AQUECEDORES	54
6.6 PARTICIPAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO NO CONSUMO ELÉTRICO RESIDENCIAL	55

7 ESTIMATIVA DA PARTICIPAÇÃO DO CHUVEIRO NO CONSUMO DE ENERGIA DOMÉSTICO	60
7.1 VARIÁVEIS E DEFINIÇÃO DE VALORES PADRÃO	60
7.2 CÁLCULO DA POTÊNCIA DO CHUVEIRO ELÉTRICO POR REGIÃO	61
7.3 CONSUMO DE ENERGIA	63
7.4 IMPACTO DO CHUVEIRO NAS CONTAS RESIDENCIAIS	65
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXO 1	77

1 INTRODUÇÃO

Devido à necessidade de higiene corporal e de prevenção de doenças, o hábito do banho foi incorporado aos costumes da sociedade moderna. O conforto é um item de elevada importância para a sociedade e o aquecimento da água, além de necessário em locais mais frios, propicia este conforto.

Existem vários sistemas para promover o aquecimento da água tais como: aquecedores de acumulação elétricos e a gás, aquecedores de passagem elétricos e a gás, aquecedores solares e caldeiras (óleo, gás, madeira e carvão), entre outros.

O chuveiro elétrico, um tipo de aquecimento instantâneo de água, caracteriza-se por diversos fatores tais como: a forma de energia que emprega (energia elétrica) ser disponível em grande parte do território nacional, baixo preço de aquisição e simplicidade na operação, manutenção e instalação.

É um equipamento amplamente empregado por toda sociedade, principalmente pela parcela economicamente menos favorecida, devido à existência de modelos de preço muito baixo.

Contudo, dado o seu consumo, aliado ao fato do sistema de produção de energia elétrica estar enfrentando, periodicamente, crises devido ao crescimento na demanda, às condições climáticas adversas (falta de chuvas) e a falta de investimentos no setor, o chuveiro elétrico tem sido duramente criticado sem, entretanto, levar em conta os diversos aspectos positivos que traz com sua utilização.

Em virtude da necessidade da produção de água quente para o banho, uma análise mais apurada envolvendo aspectos econômicos, históricos e operacionais faz-se necessária, pois muitas vezes não há outra opção economicamente viável.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a caracterização da presença do chuveiro elétrico na geração de água quente para banho em domicílios no Brasil, considerando suas características técnicas e seu impacto, em termos percentuais, no consumo residencial de energia elétrica em 2001 e num cenário de consumo projetado para o ano 2010.

3 AS INSTALAÇÕES PREDIAIS AO LONGO DA HISTÓRIA

As instalações sanitárias prediais, da forma como são hoje apresentadas, com os recursos de água corrente, água quente, sem odores e com privacidade representam um conceito relativamente moderno, principalmente ligado ao aumento do poder aquisitivo da sociedade.

Contudo, os conceitos de saneamento como pré-requisitos para a higiene e saúde, associados às idéias de conforto, já estavam presentes em algumas sociedades muito antigas. Estes conceitos, como outros aspectos da ciência e dos costumes, sofreram uma estagnação na Idade Média sendo retomados nos séculos XVIII e XIX.

Segundo LANDI (1993): “Pode-se dizer que a história das instalações prediais apenas se inicia na segunda metade do século XIX. Conta, portanto, com cerca de 140 anos”.

A seguir apresenta-se a evolução das instalações desde a antigüidade aos nossos dias, com ênfase na civilização ocidental.

3.1 Primeiras instalações

O conhecimento sobre as instalações prediais na Antigüidade foi obtido quase exclusivamente através da arqueologia. Poucos são os documentos escritos que revelam o conhecimento e o emprego dos princípios de hidráulica. Dentre os achados arqueológicos, segundo LANDI (1993), pode-se citar:

- escavações no vale do rio Indo, Índia, mostraram as ruínas de um sistema de instalações existentes de 3.000 a 6.000 anos atrás;

- no Egito antigo foram encontrados tubos de cobre enterrados para a condução e retirada da água de banheiros no palácio do Faraó;

- escavações na cidade de Kish, próxima do rio Eufrates, estimadas como sendo de 4.500 AC, mostraram restos de tubulações de cerâmica e piscinas;

-a Babilônia era dotada de uma rede de dutos para escoamento de esgotos que possuía poços de inspeção;

-na ilha de Creta, as escavações no palácio de Cnossos mostraram a existência de uma rede de água e esgoto já no ano 1.000 AC. Também foram encontradas evidências de aparelhos sanitários, rede de água fria, rede de esgoto e até um sistema de aquecimento de água. Um dos aparelhos encontrados foi uma banheira em cerâmica bastante semelhante aos modelos de ferro fundido encontrados ainda hoje. Entretanto, não se pode deixar de assinalar que estas instalações eram reservadas aos reis, sacerdotes e à corte. Não era um benefício generalizado. Ter banheiro e instalações hidráulicas era um privilégio muito grande. Salvo algumas sociedades mais ricas, a população vivia em precárias condições de saúde;

-em Atenas, bem como em toda Grécia antiga, havia um grande cuidado com a qualidade das águas. O banho era um complemento das atividades humanas. Diversos documentos sustentam que a água era essencial para a saúde. Ao viajante cansado era oferecido um banho quente restaurador. Os gregos tinham preocupação com a água e os banhos eram um conforto.

Também, segundo LANDI (1993), o banho grego não pode ser divorciado do Gimnasium, o centro educacional dos helênicos. Os banhos em casa eram de menor importância.

O banho grego consistia, principalmente, de duchas frias e abluções. O mármore através dos quais corria água, e os simples canais para o banho dos pés, como foi encontrado no Ginásio Helenístico de Pirene, revelam como era simples o processo.

3.2 Instalações no Império Romano

Segundo GARCIA [s.d.], “as termas romanas eram Ginásios Tecnificados. Compreendiam quase os mesmos elementos das instituições gregas. O principal, contudo, foi que cresceram atingindo enormes dimensões. No Império Romano as termas atingiram um significado especial. Tornaram-se os monumentos da nação”.

Os romanos fizeram dos banhos um objetivo social e nacional em torno dos quais girava parte da vida da cidade. Lia-se, discutia-se, faziam-se negócios no ambiente dos banhos. Os banhos eram públicos, construídos com recursos públicos e abertos a todos.

Roma, durante o seu apogeu, foi dotada de extensa rede subterrânea de água e esgoto com fornecimento direto a diversas casas. Tubulações em chumbo e bronze eram empregadas para condução de água e em cerâmica para esgoto.

Segundo LANDI (1993), “Roma era dotada de diversas termas (quase no sentido de um moderno clube esportivo) com piscinas e banhos de água fria e quente. Algumas ocupavam áreas superiores a um ou dois km². A terma de Dioclesiano comportava 3.200 pessoas, a terma de Caracalla abrigava 1.600 pessoas. Roma possuía 11 banhos públicos e 856 privados dotados de água corrente. As residências possuíam uma casa de banho e as banheiras possuíam água fria e quente. A água quente era fornecida por meio de tubos de chumbo ou bronze passando através de uma fornalha”.

Uma importante característica do sistema de distribuição de água, na antiga Roma, era o contínuo suprimento de águas, sem reservatório. Ainda hoje as ruas fornecem água, dia e noite, continuamente. Roma era abundantemente abastecida de água. O primeiro aqueduto, a Água Appia, foi construído por volta de 300 AC para conduzir água potável à cidade. Depois seguiram-se outros, até o ano 226 da era cristã, quando foi construído o 11º e último aqueduto romano. Segundo LANDI (1993), “Estimava-se um consumo diário, então, de 1.300 litros por habitante”. O culto dos banhos excedia o critério econômico de abastecimento de água tal como concebemos hoje.

Quando da primeira invasão gótica, esses 11 aquedutos serviam 1.212 fontes públicas, 11 grandes termas imperiais e 926 banhos públicos. Todas as casas tinham cisternas e tubulações próprias para distribuição de água. Os romanos davam tamanha importância ao seu suprimento de água e à higiene da cidade, que o assunto era considerado segurança de estado.

No ano de 79 DC a cidade de Pompéia foi destruída pelo Vesúvio e a chuva de cinzas que ocorreu cobriu a cidade com metros deste material. As escavações que

se iniciaram no século XIX mostraram uma cidade rica, que cultuava os banhos, a arte e o prazer. Mostraram também uma rede de distribuição de água com canos de chumbo para as residências de toda a cidade.

As termas de Estabiani permaneceram bastante intactas, o que possibilitou a análise para entender os princípios gerais pelos quais operavam.

Segundo LANDI (1993), o sistema de aquecimento baseava-se em três caldeiras associadas em série, de maneira a permitir que a água circulasse entre elas. Eram construídas na forma de duas calotas esféricas escavadas em pedra e rejuntadas com perfeição. Um tanque de 60 m³ se encarregava do suprimento de água. As caldeiras eram interligadas por meio de canos de chumbo dotados de registro para controlar a vazão conforme as necessidades. A água provinha de um poço, sendo retirada por dois escravos que giravam duas séries de cadeias com potes a ela fixados. Este sistema assegurava de 2.000 a 3.600 litros por hora.

3.3 Instalações na Idade Média

De acordo com LANDI (1993), quando no século V caiu o Império Romano, assolado pelos povos do norte e leste europeu, tendo início a Idade Média, houve um retrocesso geral sob vários aspectos culturais. As contribuições para as artes, filosofia, técnica e cultura, de modo geral, foram muito poucas. A contribuição dos homens é quase que individual, num ou noutro lugar, e desaparece aquela cultura social ampla, que existiu em vários povos até então.

Neste panorama geral, os conceitos de higiene e saúde pública não fazem exceção e talvez tenham sido os aspectos que mais sofreram. Em Roma os banhos públicos também foram destruídos, mudando-se os conceitos sociais relativos à higiene do corpo.

Os banhos foram não só desconsiderados, como até repelidos. Estabeleceu-se a preocupação acentuada com a intimidade, passando a promiscuidade a ser considerada pecaminosa. A higiene pessoal deixou de ser pública para ser privada. Acrescentando-se a isto a dificuldade de obtenção de água, tinha-se um quadro que podia explicar esta perda dos conceitos de higiene.

Durante os 1.000 anos que se seguiram à queda do Império Romano, a humanidade não se preocupou em tomar banho. Mesmo as classes abastadas preferiam confiar nos perfumes do que nos banhos. A rainha de Aragão se orgulhava de só haver tomado banho no nascimento e no casamento (GARCIA [s.d.]).

Segundo LANDI (1993), não é difícil imaginar porque as epidemias encontravam tanta facilidade para se propagar. As pestes ceifavam vidas humanas abundantemente. A peste bubônica matou aproximadamente 25 milhões de pessoas na Europa. A água era cara. Devia-se ir buscá-la à distância ou, quando muito, adquirir dos aguadeiros que circulavam pelas cidades, transportando-a em carroças. Para não desperdiçar a preciosa água quente, os banhos, quando eram tomados, o eram por toda a família sucessivamente, segundo uma escala hierárquica.

Segundo LANDI (1993), durante o século XVIII a cultura dos períodos mais antigos vagorosamente voltou ao uso. No século XIX, século que voltou suas vistas para outras culturas, reapareceu a idéia de higiene. Segundo GARCIA [s.d.], “o banho voltou a ser hábito por volta de 1830, na corrente de um movimento de volta à natureza deixando muita importância ao tratamento com água (Hidropotia)”.

3.4 Instalações no Século XIX

LANDI (1993) descreve que o século XIX foi marcado por profundas modificações nas instalações prediais. O intenso processo de urbanização que o mercantilismo e, posteriormente, a revolução industrial promoveram desde os séculos XVII e XVIII, geraram riquezas e conseqüente aumento do poder aquisitivo. Gradativamente, os sistemas de distribuição pública de água e gás se estabeleceram. As casas passaram a ter suprimento de água de forma mais constante e em maior quantidade. Nesta época também se estabelecem os conceitos sobre a qualidade da água. Os sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos se adequaram. O conhecimento das doenças e dos seus processos de transmissão foram as principais causas que impulsionaram a invenção de equipamentos que contribuíam para a melhoria dos processos de higiene. Havia uma nova cultura tecnológica.

Os Códigos de Edificações passaram a exigir que os construtores instalassem aparelhos sanitários nos edifícios. Todo o século XIX pode ser considerado como uma transição e pode-se assistir a uma convivência de sistemas e diversos aparelhos ao mesmo tempo, na busca daquele que melhor atendesse às solicitações dos usuários.

Apesar do conceito errado de que os odores é que geravam as doenças, este foi bastante positivo, porque a busca de soluções para redução dos odores conduziu a aparelhos e sistemas prediais que diminuíram as chances de contaminação da água. Como prevenção de odores, muitas casas procuravam construir apenas a casa de banhos no interior da edificação, ficando a latrina do lado de fora, na forma de uma edícula.

Segundo GARCIA [s.d.], “por volta de 1850 o conceito islâmico ganhou reconhecimento e o banheiro a vapor caseiro teve muitos defensores desde 1830 até o fim do século XIX”.

3.5 Instalações no Século XX

O banho foi, quase sempre ao longo da história, de imersão. Somente no final do século XIX e início do século XX é que surgiu o chuveiro. Também aqui se associam o problema dos costumes com os recursos tecnológicos. As banheiras das famílias ricas eram construídas em pedra ou mármore. As banheiras mais populares eram feitas de madeira, da mesma forma que os tonéis (LANDI (1993)).

No final do século XIX as banheiras passaram a receber um revestimento de folha de zinco ou chumbo para melhorar a impermeabilidade. No caso do banho quente, inicialmente a água era aquecida em local separado e depois transportada para a banheira.

Como a água quente era um bem escasso, várias pessoas aproveitavam o mesmo banho. À medida que a tecnologia e o custo permitiram, o sistema de aquecimento foi incorporado à banheira.

LANDI (1993) comenta que o chuveiro nasceu primeiro como uma novidade. No começo, o equipamento previa um sistema de bombeamento para recalcar a água, coletada na banheira, até o bico do chuveiro. Somente quando as construções passaram a incorporar a tubulação própria para distribuição interna de água é que se desenvolveram os modelos tais como os conhecemos hoje. A Figura 1 apresenta um chuveiro do final do século XIX e início do século XX.

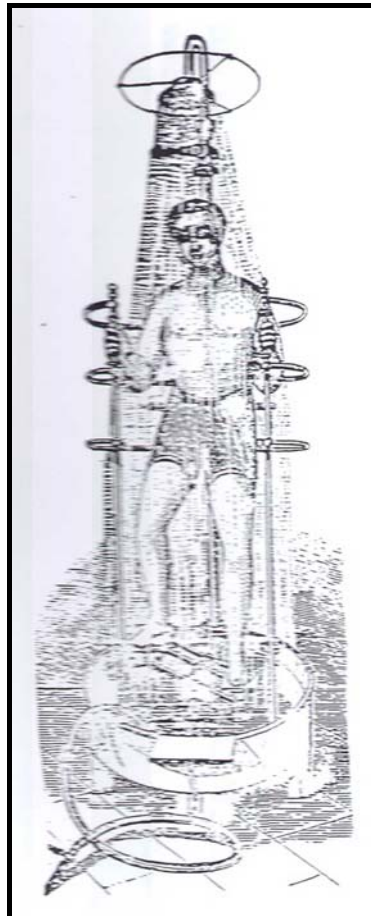


Figura 1 – Chuveiro do final do século XIX e início do século XX (LANDI (1993)).

As banheiras e os lavatórios foram as primeiras peças vendidas ao público por catálogos, no início da era do consumo em massa. Após 1879 passaram a se construir banheiras em ferro fundido esmaltado, quando foi possível mudar a escala do problema, com um produto mais durável, de manutenção mais simples, produzido em larga escala por causa do aumento de consumidores e conseqüentemente mais barato.

LANDI (1993) afirma, “freqüentemente, no início da sua divulgação (no mundo moderno), a banheira era locada ao lado da cozinha. Ao fim do século XIX

definitivamente se consolidou em sua posição atual. Consolidava-se também a figura do chuveiro”.

Em termos arquitetônicos os banheiros e as peças sanitárias eram posicionados de acordo com os costumes e os recursos tecnológicos da respectiva época. A medida que a higiene começou a preocupar a sociedade, os arquitetos passaram a locar os banheiros de forma a não causarem tantos incômodos, em projeções quase independentes do bloco principal ou totalmente independentes. Prover o banheiro com água corrente apareceu somente no fim do século XIX.

Contudo, a evolução técnica do século XX possibilitou incorporar o banheiro ao edifício. O banheiro passou a constituir um ambiente que conferia prestígio ao proprietário. Nesta época, também surgiu a preocupação com os banheiros funcionais, compactos e com aparelhos padronizados e ergonômicos. A Figura 2 ilustra um banheiro do final do século XX.

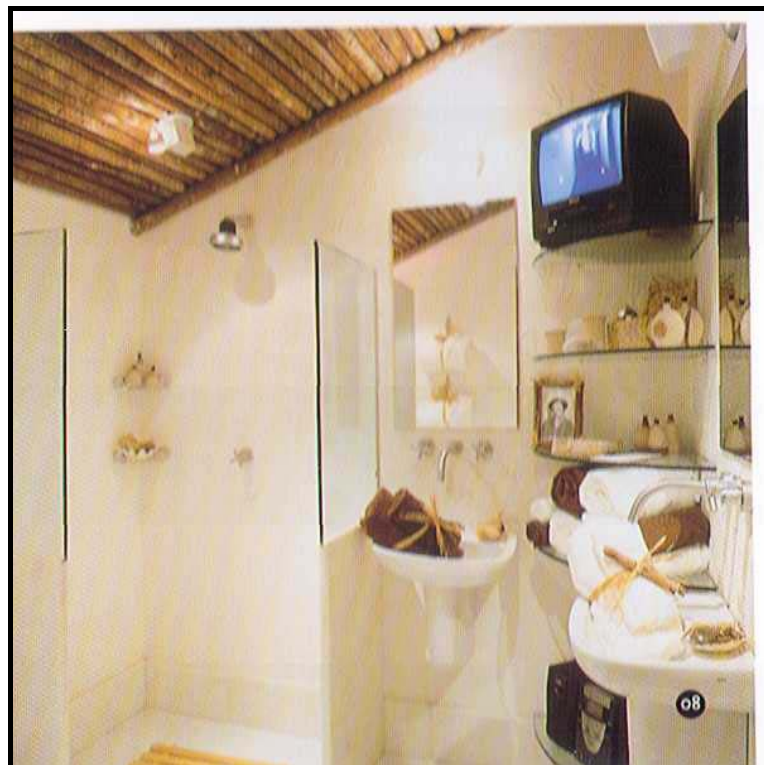


Figura 2 – Banheiro do final do século XX (Deca (1999)).

4 GERAÇÃO DE ÁGUA QUENTE

A água quente já era utilizada pelos antigos e o aquecimento se fazia por processos simples, à base essencialmente de queima de lenha. Os romanos usaram muito os banhos quentes. Esse sistema de aquecimento de água, simples, atravessou a história até os séculos XVII, XVIII e XIX, quando, gradativamente a lenha foi sendo substituída pelo carvão e posteriormente, no século XX, pelos derivados do petróleo e pela eletricidade (LANDI (1993)).

A introdução do carvão, do óleo e do gás se deve essencialmente ao desaparecimento ou dificuldade de abastecimento de madeira, conseqüência da progressiva urbanização (LANDI (1993)).

Paralelamente foram sendo desenvolvidos os sistemas e equipamentos que inicialmente se destinavam ao aquecimento do ambiente e, posteriormente, à água do banho.

Foi somente no final do século XVIII que o efeito termo-sifão foi empregado para manter a água em circulação. Em LANDI (1993) está citado que: “Bonnemais, em 1777, apresentou à Academia de Ciência de Paris um equipamento para aquecimento de ambientes que empregava todos os princípios tais como os empregamos hoje. O método foi divulgado e aplicado para o aquecimento de edifícios pelo Marquês de Chabannes, que obteve uma patente na Inglaterra em 1818”.

No século XIX já se dispunha de banheiras associadas a sistemas de aquecimento. Diversos modelos se difundiram e depois caíram em desuso. Uma caldeira ligava-se diretamente à banheira por duas tubulações. Quando em operação, havia uma circulação da água por ação das correntes de convecção (efeito termo-sifão) penetrando na banheira por cima e saindo por baixo. Um registro colocado na tubulação permitia o controle de vazão de água quente e, portanto, da temperatura do banho (Figura 3).

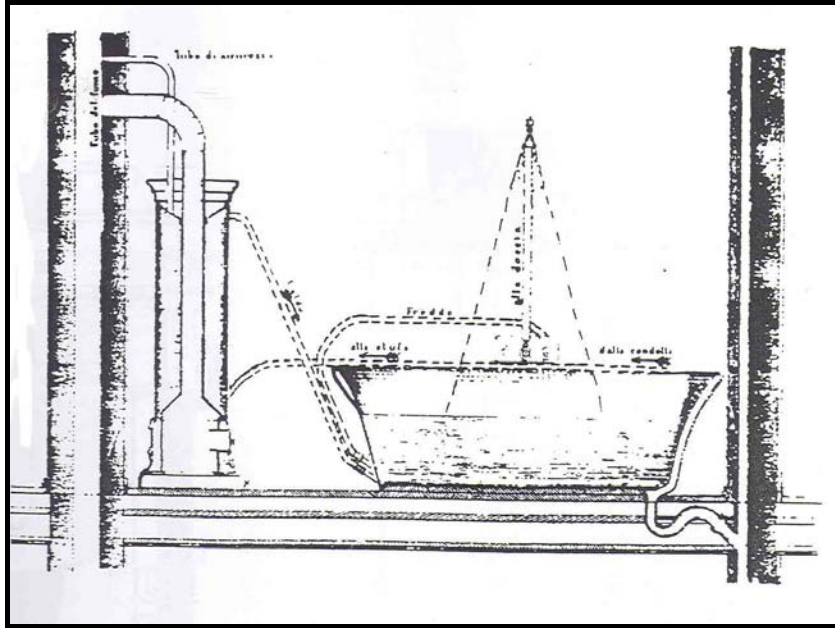


Figura 3 – Esquema de banheira e caldeira com efeito termo-sifão (LANDI (1993)).

No final do século XIX, eram normais as redes públicas de água, esgoto, águas pluviais, bem como eletricidade e gás. Tal fato possibilitou enorme versatilidade para dotar os edifícios de equipamentos de aquecimento de água.

4.1 Energia para aquecimento de água no Brasil

Segundo AROUCA (1982), “a eletricidade é a principal energia utilizada para o aquecimento de água no Brasil. Em segundo lugar aparece a energia térmica proveniente do gás encanado, utilizado principalmente no Rio de Janeiro e em menor escala em São Paulo. Em muito menor quantidade, pode ser encontrado o GLP e a lenha. No caso da lenha, essa utilização é sempre associada à cocção de alimento”.

De acordo com AROUCA (1982), o uso de energia para fins de aquecimento de água existe principalmente nas regiões urbanas das regiões sul e sudeste. Nas regiões norte e nordeste o uso de água quente é bem reduzido, devido ao menor nível de renda e à temperatura ambiente média ser maior.

4.2 Sistemas prediais de água quente

Produzir água quente significa transferir as calorias necessárias para que a água adquira uma temperatura desejada. Existem várias fontes que caracterizam as modalidades do equipamento de aquecimento de água: combustíveis sólidos (carvão vegetal, mineral e lenha), combustíveis líquidos (óleo combustível, querosene, álcool), combustíveis gasosos (GN – gás natural e GLP – gás liquefeito de petróleo), resistência elétrica e coletor solar.

Esses equipamentos podem atender a um ou mais pontos de consumo em unidades habitacionais e classificam-se em:

Individual – quando o sistema alimenta um só ponto. É o caso do chuveiro elétrico;

Central privado – quando o sistema alimenta vários aparelhos de uma só unidade. É o caso dos aquecedores por acumulação para unidade residencial;

Central coletivo – quando o sistema alimenta conjuntos de várias unidades (prédios de apartamento, hotéis, clubes, etc.).

4.3 Equipamentos de Aquecimento

Com relação aos equipamentos de aquecimento pode-se, também, classificá-los em aquecimento instantâneo, onde a água é aquecida à medida que passa pela fonte de aquecimento, quando no local de consumo, sem requerer armazenamento; aquecimento de passagem, onde a água é aquecida à medida que passa pela fonte de aquecimento, sem requerer armazenamento e aquecimento por acumulação, quando se tem o armazenamento do volume de água aquecido.

Ainda quanto aos equipamentos de aquecimento, a Tabela 1 apresenta um resumo dos tipos de equipamento de aquecimento em função do modo pelo qual se transfere calor para a água.

Tabela 1 – Modo de aquecimento em função do equipamento.

Tipo de equipamento	Modo de aquecimento		
	Resistência elétrica	Queimadores a gás	Coletor solar
Instantâneo	X		
Passagem	X	X	
Acumulação	X	X	X

4.4 Equipamentos Elétricos

Os equipamentos de aquecimento elétrico podem ser do tipo instantâneo, como o chuveiro elétrico, de passagem, como as centrais individuais ou de acumulação, como central privado e central coletivo.

4.4.1 Chuveiro elétrico

O chuveiro elétrico é um equipamento que devido ao baixo custo de aquisição e pelo fato da simplicidade da instalação, ligado diretamente no ponto de consumo, pode ser considerado como grande democratizador do uso da água quente na população brasileira.

Este equipamento tem como principais características possuir um ótimo desempenho na conversão de energia elétrica em térmica e não necessitar de tubulações específicas para água quente.

Segundo a NBR 12483/92 da ABNT, “chuveiro elétrico é um aparelho elétrico de aquecimento instantâneo de água, aberto, instalado em um ponto de utilização cujo sub-ramal contém registro de pressão para controle de vazão”. A Figura 4 apresenta esquema de um chuveiro elétrico blindado.

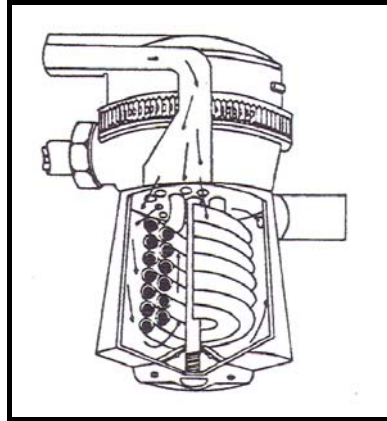


Figura 4 – Esquema de chuveiro elétrico blindado (ILHA (1994)).

Segundo PRADO e GONÇALVES (1998), no Brasil, durante a década de 1960, os chuveiros elétricos possuíam potência ao redor de 2.500 W. A partir da década de 1990, a potência média destes aparelhos passou a situar-se ao redor de 4.400 W.

4.4.2 Aquecimento central individual

O aquecedor elétrico de passagem pode ser instalado diretamente no banheiro, embutido na parede. Seu funcionamento é similar ao do chuveiro elétrico e pode alimentar um ou mais pontos de consumo. A Figura 5 ilustra um equipamento deste tipo.



Figura 5 – Dispositivo de aquecimento central individual (CARDAL (2005)).

4.4.3 Aquecimento central por acumulação

Segundo a NBR 10674/89 da ABNT, “trata-se de um aparelho estacionário para aquecer a água em um recipiente, destinado ao armazenamento temporário ou de longa duração, da água aquecida, sendo provido com um ou mais dispositivos para controlar e/ou limitar a temperatura da água”.

Estes aquecedores, também chamados de “boilers”, constam das seguintes partes: tambor interno, tambor externo, camada isolante colocada entre os dois tambores e resistências elétricas colocadas dentro do tambor interno. Existem “boilers” de baixa e alta pressão. Os “boilers” de alta pressão suportam pressurização da rede e devem possuir válvula de segurança para sobrepressões no tanque.

Os aquecedores de acumulação possuem um termostato que mantém automaticamente a água dentro de limites estabelecidos, ligando e desligando a resistência elétrica que está no tambor interno. A Figura 6 ilustra um equipamento deste tipo.

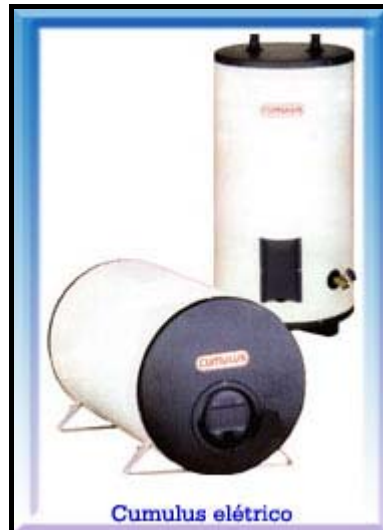


Figura 6 – Aquecedor elétrico de acumulação (Cumulus (2005)).

4.5 Equipamentos a Gás

Os aquecedores a gás podem ser basicamente de dois tipos: passagem ou de acumulação.

4.5.1 Aquecedores de passagem

Os aquecedores de passagem são aqueles que permitem o aquecimento imediato da água que passa por eles através de uma serpentina de cobre, devido ao calor desenvolvido com a combustão do gás que sai por um ou vários queimadores. A Figura 7 representa esquematicamente um aquecedor a gás.

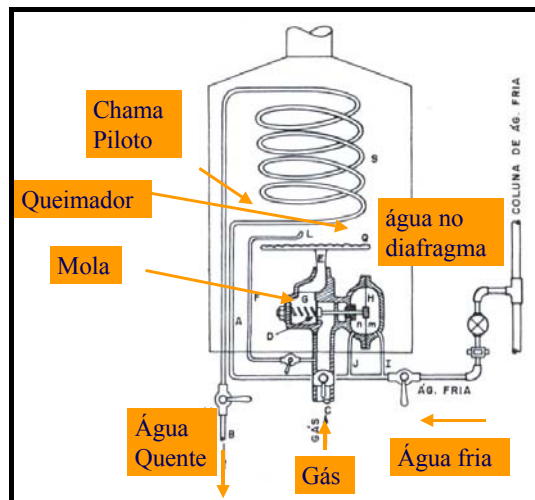


Figura 7 – Esquema de aquecedor a gás (Catálogo Cumulus (2003)).

Os aquecedores atuais possuem um sistema computadorizado que aciona a ignição e controla o fluxo de gás, ar e água, conforme a necessidade, de forma que a temperatura se mantenha constante, de acordo com o ajustado.

4.5.2 Aquecedores de acumulação a gás

É um reservatório, constituído de um tambor interno e um externo que armazena um determinado volume de água que é aquecido pelo calor liberado pela combustão do gás que alimenta o(s) queimador(es) colocado(s) na parte inferior do tambor interno, até atingir uma temperatura previamente regulada. Estes aparelhos podem produzir grande quantidade de água quente para uso domiciliar, comercial e industrial (duchas, torneiras simultâneas, banheiras de hidromassagem).

Este tipo de aquecedor possui um controle automático de temperatura. Diminuindo a temperatura, o controle é acionado automaticamente, fazendo com que a chama do piloto acenda o queimador até que seja atingida a temperatura programada. Caso o piloto se apague, há o fechamento total do gás através do bloqueio do orifício da passagem de gás. Isto proporciona maior segurança ao equipamento, diminuindo os riscos de vazamentos de gás. A Figura 8 ilustra um aquecedor deste tipo.

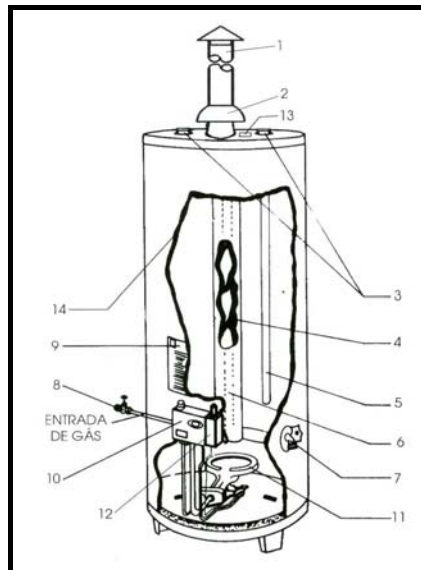


Figura 8 – Esquema de aquecedor a gás de acumulação (Manual Cumulus (2003)).

4.5.3 Aquecimento central coletivo

Uma vez que o gerador de água quente abastece várias unidades, está implícito o armazenamento do volume a ser aquecido, constituindo o que se denomina usualmente de caldeira.

Segundo ILHA (1994), existem caldeiras que incorporam dispositivos para aquecimento a gás combustível e a eletricidade, possibilitando a alternância da fonte energética.

Na Figura 9 é apresentado um esquema de uma caldeira de uso coletivo a gás combustível.

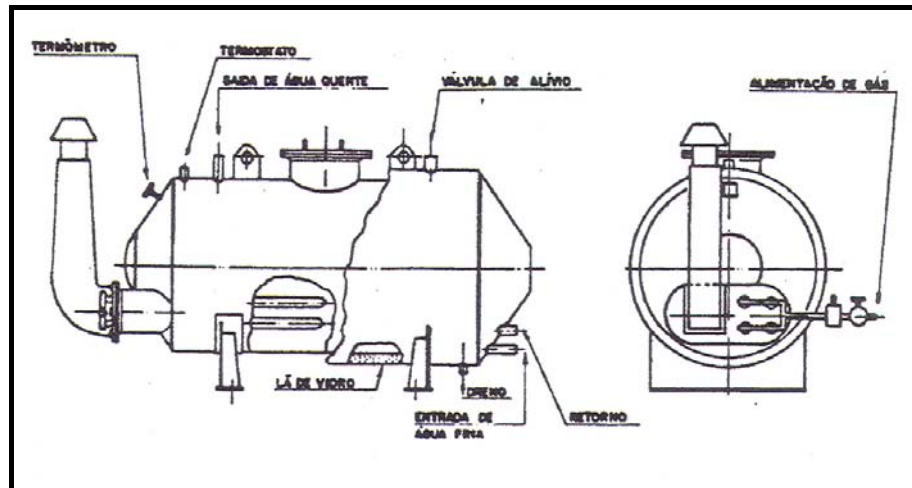


Figura 9 – Sistema central coletivo – caldeira a gás combustível (ILHA (1994)).

O abastecimento de água fria é feito por uma coluna exclusiva, uma vez que a vazão requerida é muito elevada. O gerador de calor e o reservatório podem estar localizados conjuntamente ou não, dependendo da flexibilidade para adequação dos ambientes, considerando que esses equipamentos são de grande porte. Geralmente a central de aquecimento é instalada na parte inferior do edifício, entretanto pode-se ter o gerador na parte inferior e o reservatório na parte superior, normalmente na cobertura.

4.6 Aquecimento a energia solar

Os dispositivos mais comumente utilizados para a captação da radiação solar para aquecimento de água são denominados de coletores solares. Dentre estes coletores estão os sistemas que empregam a conversão termodinâmica e conforme as temperaturas obtidas são classificados em coletores de baixa, média e alta concentração.

Para as instalações de aquecimento de água domiciliares normalmente são utilizados os coletores de baixa acumulação.

De modo geral são constituídos de uma caixa termicamente isolada na parte inferior, contendo sobre este isolamento uma chapa metálica pintada de preto fosco, podendo ou não ter sobre esta chapa uma tubulação, dependendo se foi projetado

para aquecimento de ar ou água. A parte superior do coletor é fechada por um ou dois vidros planos transparentes, dependendo do nível de temperatura desejado.

O funcionamento baseia-se no efeito estufa que é a absorção da radiação solar pela chapa preta que a transforma em calor transferindo-o para o fluido de trabalho. Os coletores tem que ser montados em posição inclinada, que varia em função da latitude do lugar onde o coletor está instalado.

Os coletores podem ser montados em circuito aberto ou fechado, ambos com circulação natural ou forçada. Quando a água a ser aquecida e consumida flui através da tubulação do coletor, o sistema é em circuito aberto e quando a água do coletor troca calor por meio de uma serpentina imersa na água a ser consumida, contida num recipiente termicamente isolado, o sistema é em circuito fechado. No caso de circuito fechado o fluido de trabalho pode ser água ou um outro fluido condutor de calor.

Tanto no circuito aberto como no fechado pode-se ou não instalar uma bomba de circulação, a qual define se o sistema é de circulação forçada ou natural. Os sistemas fechados são empregados em regiões onde o inverno rigoroso poderia causar o congelamento da água no interior da tubulação dos coletores, danificando-a.

A Figura 10 ilustra a geometria de um coletor para aquecimento de água bem como detalhes construtivos.

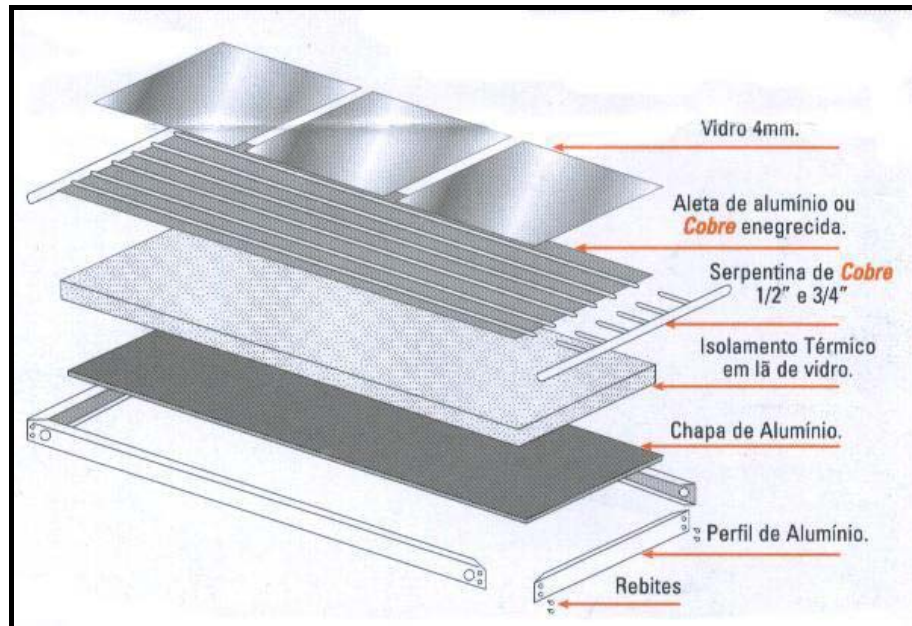


Figura 10 – Esquema básico de coletor solar plano (Catálogo Tecnosol (2003)).

A água aquecida pelo coletor deve ser estocada em um recipiente termicamente isolado para então ser utilizada. O recipiente pode ser um tambor metálico ou uma caixa de fibra de vidro, termicamente isolados, normalmente, com espuma rígida de poliuretano, lã de vidro, lã de rocha ou isopor.

Além destas montagens, alguns fabricantes sugerem que no reservatório de água quente, obtida pela energia solar, sejam instaladas resistências elétricas (a potência normalmente situa-se entre 1.500 e 3.500 W) que entram em funcionamento, através do comando de um termostato convenientemente regulado, quando acontecem longos períodos sem insolação ou para repor um eventual consumo exagerado de água quente.

O bom desempenho do sistema é função da passagem dos raios solares pelo vidro para promover o aquecimento da chapa coletora. Para o aquecedor ter um bom rendimento, a manutenção é de suma importância. Dependendo da instalação e do local são necessárias manutenções mais frequentes.

A Figura 11 apresenta esquema de instalação de sistema de aquecimento solar e distribuição de água.

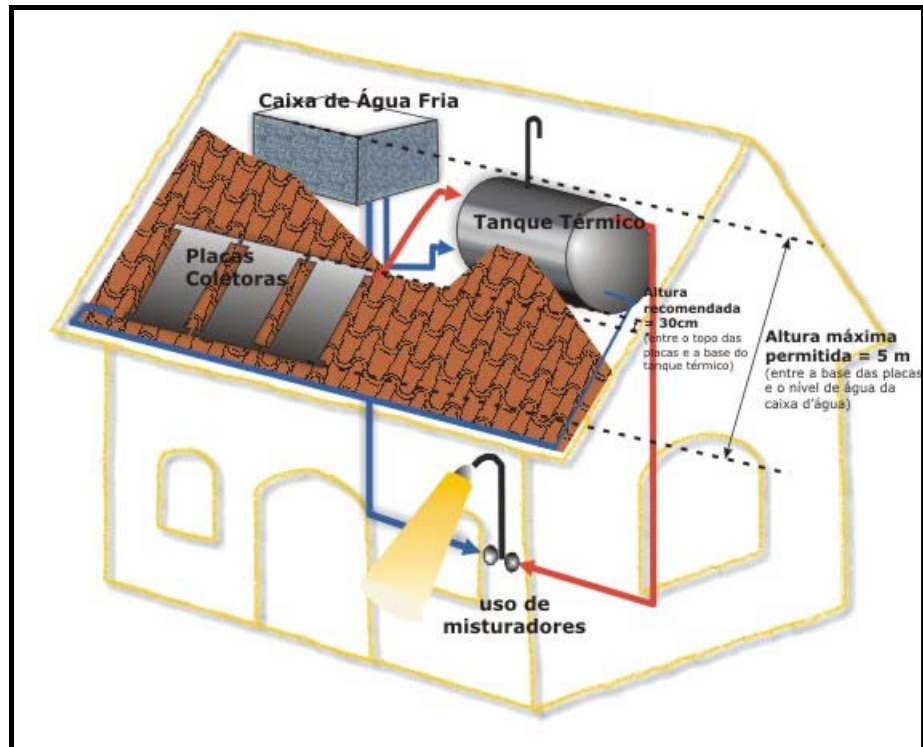


Figura 11 – Esquema de instalação de sistema de aquecimento solar e distribuição de água (Hydroshop (2003)).

5 O CHUVEIRO ELÉTRICO

5.1 Histórico

Para o desenvolvimento deste capítulo, devido à inexistência de fontes bibliográficas a respeito do assunto, adotou-se a realização de pesquisas junto aos fabricantes, associada à entrevistas com pessoas ligadas ao assunto. Destas atividades pode-se compilar informações que permitiram realizar um resumo do histórico do chuveiro elétrico.

Segundo DE MARCHI ¹, o chuveiro elétrico é um produto genuinamente brasileiro, concebido no início do século XX, que visava contornar deficiências específicas das instalações prediais de nosso País. A gênese do chuveiro deve-se ao tipo de matriz energética no Brasil: a eletricidade proveniente, principalmente de hidrelétricas e ao custo elevado das demais alternativas de se obter água aquecida nos domicílios.

De acordo com DE MARCHI pode-se dizer, sem grande risco de se cometer injustiças, que o chuveiro elétrico foi inventado no Brasil, no estado do Rio de Janeiro. Os primeiros modelos foram criados pela Indústria Metalúrgica Rei e por uma outra indústria chamada Princesa. Em São Paulo, um dos precursores foi Vicente Busatto & Filhos.

É importante ter-se em mente que, quando se energiza a resistência elétrica de um chuveiro ou aquecedor, é preciso que ela se encontre imersa na água contida no aparelho, para que não venha a se queimar. Se hoje isto é coisa de fácil solução, através dos sistemas de acionamento automático incorporado a chuveiros e aquecedores, o mesmo não se dava com os primeiros modelos destes equipamentos, segundo descreveu DE MARCHI.

5.1.1 Os primeiros aparelhos

DE MARCHI comenta que antigamente o baronato do café era composto por pessoas que tinham uma cultura muito tradicional que influenciava seu modo de

¹ Ítalo M. De Marchi – Engenheiro e estudioso que trabalha com patentes de chuveiro elétrico desde a década de 1970. Entrevistado ao longo do ano de 2004.

vida. O banho era algo primitivo. A água era aquecida em cabaças no forno à lenha ou utilizando-se carvão. No início do século XX não havia disponibilidade de energia elétrica no campo. A eletricidade começou a chegar efetivamente ao interior do país na metade do século XX.

De acordo com DE MARCHI, os primeiros chuveiros apareceram em meados da década de 1910. Ao que parece, o primeiro aparelho foi lançado em 1914, embora subsistam algumas controvérsias com relação a esta data.

Os aparelhos pioneiros utilizavam um interruptor elétrico na parede do quarto de banho, que só devia ser acionado após o usuário abrir o registro de água e esta começar a verter. Ao desligar, o procedimento era exatamente o oposto, primeiro devia-se desligar a resistência elétrica e só então fechar o registro da água. A Figura 12 ilustra um aparelho deste tipo.



Figura 12 – Chuveiro elétrico fabricado por Vicente Busatto & Filhos Ltda., em Jundiaí, em 1927. (Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo (2005)).

No final da década de 1920 e início da década de 1930 surgiram alguns equipamentos providos com um sistema de alavanca, que servia para abrir a água, enquanto um botão separado ligava a energia elétrica (Figura 13). Se esta operação fosse realizada ao contrário a resistência fundia e o chuveiro deixava de funcionar. Obviamente, ao final do banho, desligava-se a energia e só então fechava-se o registro de água. Como as pessoas se confundiam e comumente faziam o contrário,

os fabricantes passaram a prover os equipamentos com uma alavanca de ação dupla, que ao ser acionada abria a passagem de água e, no final de seu curso, fechava os contatos do circuito de aquecimento, agindo de maneira oposta ao ser movida para desligar o aparelho.

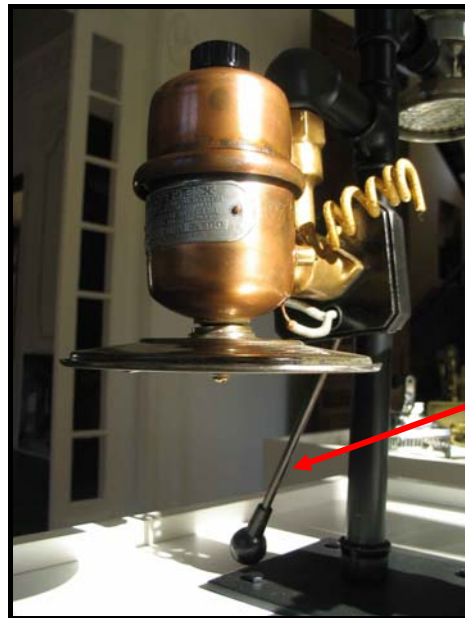


Figura 13 – Chuveiro elétrico fabricado pela Indústria Sintex Ltda. na década de 1940 (Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo (2005)).

DE MARCHI comenta que os primeiros chuveiros não eram vendidos, mas alugados pelos fabricantes. O sistema era semelhante ao atual “leasing”. O locatário, findo o prazo de locação, geralmente pelo período de um ano, podia optar pela aquisição do aparelho.

De acordo com DE MARCHI, tratavam-se de equipamentos caros, por serem fabricados inteiramente de metal (ainda não se utilizavam os plásticos). Além disso, seus fabricantes não se beneficiavam de uma economia de escala.

Atualmente é coisa corriqueira uma indústria fabricar e vender de 30 a 40 mil chuveiros por mês, mas nas décadas de 1920, 1930 e 1940 isso era impossível. Não se tendo economia de escala, o custo unitário era elevado, pois os custos fixos deviam ser necessariamente diluídos numa quantidade pequena de aparelhos. Embora a locação fosse de âmbito nacional, na prática o mercado estava restrito às cidades de São Paulo e Rio de Janeiro.

DE MARCHI cita que: “através de consulta a documentos e as pessoas que vivenciaram esta época, foi possível estimar um custo de locação mensal da ordem de R\$ 300,00 (trezentos reais), em 2004. Este valor foi estimado dado à dificuldade de se efetuar um cálculo razoavelmente preciso, devido às muitas alterações nos padrões monetários desde aquele tempo até os dias de hoje. Pelo que se pôde depreender da pouca documentação disponível, os aparelhos tinham seu custo amortizado entre o primeiro e o décimo segundo mês, considerando-se que o locador precisava prestar assistência técnica adequada, e que a queima de resistências era um fato muito comum”.

5.1.2 O chuveiro automático

Na década de 1940 surgiu o sistema de acionamento automático da resistência. Este equipamento apresentava um diafragma que, ao se mover sob o efeito da pressão da água que penetrava na carcaça do equipamento, movimentava os contatos, acionando a energia elétrica, ou desligando-a quando o fluxo de água cessava.

Nesta época o chuveiro teve grande impulso quando as indústrias do Estado de São Paulo, a Jahuense, a Fame e a Lorenzetti, dentre outras, começaram a fabricá-los. Uma outra empresa que hoje produz objetos de vidro, a Nadir Figueiredo, também chegou a ter uma linha de chuveiros muito interessante até início dos anos 1960.

Conforme DE MARCHI, uma das primeiras patentes de chuveiro automático data de 1946. Vale salientar que uma coisa é depositar um pedido de patente, e outra, bem diferente, é a exploração do produto que está ali descrito. O que realmente conta é que o aparelho com chave interruptora automática, acionada pelo diafragma, só surgiu no mercado ao final da década de 1940 e início dos anos 1950.

Segundo FERREIRA (2004), Alessandro Lorenzetti, um engenheiro civil nascido na Itália, veio para o Brasil em 1888, chegando à cidade de Santos com o objetivo de envolver-se no projeto e construção do porto de Tubarão, em Vitória, Espírito Santo, e de um trecho da estrada de ferro Sorocabana, no interior de São Paulo. Em 1923

fundou a sociedade Tonanni & Lorenzetti, que se dedicava à fabricação de parafusos de precisão, no bairro da Mooca, em São Paulo.

No início dos anos 1920, os irmãos Lorenzo e Eugênio chegaram ao Brasil para dar continuidade ao trabalho iniciado por seu pai, Alessandro. Eugênio Lorenzetti era licenciado em Ciências Físicas e Matemáticas, além de engenheiro Industrial e Químico. Já seu irmão Lorenzo era Técnico Agrimensor e tinha enorme vocação criativa. No início dos anos 1950 ele criou e desenvolveu um chuveiro elétrico automático. Com o início de produção, em 1952, se tornou o principal produto da empresa e foi um grande marco (LORENZETTI (2004)). A Figura 14, a seguir, apresenta o primeiro chuveiro automático fabricado pela Lorenzetti.



Figura 14 – Primeiro chuveiro elétrico automático fabricado pela Lorenzetti. (LORENZETTI (2005)).

Nesta época, década de 1940 e início dos anos 1950, também surgiram outras empresas voltadas para este mercado, como a Fame, fundada por Álvaro Coelho Silva, localizada até hoje no bairro do Belém, em São Paulo.

Outra referência obrigatória, segundo DE MARCHI, quando se fala dos precursores, é a Sintex. A Sintex produziu durante décadas uma torneira elétrica “famosíssima”, de enorme aceitação, mas acabou sofrendo um baque muito grande durante a década de 1960. A família dos Madueños, descendentes de espanhóis que foram os fundadores e proprietários da Sintex, vendeu a tecnologia da empresa para a Tubos

e Conexões Tigre, que não teve o sucesso de mercado esperado, pois os chuveiros que desenvolveu eram sofisticados e caros, e conseqüentemente, sua produção tinha pequena escala. Após insistir por alguns anos, a empresa vendeu a tecnologia para um fabricante de embalagens, a Colley Embalagens, de propriedade de Mário Colley, que acabou abrindo uma empresa chamada Sintex Industrial de Plásticos, que hoje fabrica uma linha de aquecedores e chuveiros que ostenta a marca Sintex.

Para melhor esclarecer, segundo DE MARCHI, o lucro da venda de chuveiros é baixo, e este mercado é muito competitivo. Os investimentos necessários para desenvolver novos produtos só conseguem ser pagos se a produção for em larga escala. A saída para a indústria consiste em comercializar os chuveiros por um preço baixo, típico de produtos populares, obtendo, através da venda de grandes volumes, o essencial equilíbrio entre receita e despesa. Hoje, encontram-se aparelhos vendidos com preços inferiores a R\$ 20,00 (vinte reais).

5.1.3 Chuveiros com aterramento e captação da corrente de fuga

Conforme DE MARCHI, no que se refere à questão de aterramento e captação da corrente de fuga que permitem elevar o nível de segurança, persistem alguns detalhes que podem suscitar alguma polêmica.

Tendo sido detectadas algumas queixas relativas a choques elétricos provocados por chuveiros, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) instituiu, na segunda metade da década de 1980, uma comissão de estudo para questões de segurança e desempenho de aparelhos elétricos para aquecimento de água. Os estudos abrangiam chuveiros, torneiras, duchas e aquecedores para hidromassagem.

Para que se compreenda o tema, DE MARCHI comenta que: “é preciso ter em mente que a água que está presente nas redes hidráulicas prediais contém sais em solução, os quais liberam íons que conferem uma certa condutividade elétrica ao líquido. Quando se energiza uma resistência nua imersa nesta água, uma pequena parcela da corrente elétrica passa para o fluxo de líquido, ou seja, foge para a água, fato que explica a denominação de corrente de fuga para o fenômeno”.

Se uma pessoa estiver tomando banho com os pés em local condutivo e tocar no registro, que é metálico, pode surgir uma descarga através de seu corpo. Isto se deve ao fato da corrente elétrica sempre escolher o caminho mais fácil, que no caso é o corpo humano.

Caso o nível de corrente de fuga do aparelho seja elevado, o indivíduo está sujeito a enfrentar sérios riscos. Segundo DE MARCHI e de acordo com o eng.º agrônomo José Luiz Viana do Couto, pesquisador da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a máxima corrente tolerável pelo corpo humano é de 16 mA.

Assim, é importante que não haja correntes dissipadas pela água, ou que estas estejam restritas a valores extremamente reduzidos, caso contrário o usuário, ao tocar no registro ou ao aproximar as mãos do crivo do chuveiro, local onde o fluxo de água é contínuo, pode levar um choque.

No início, os fabricantes destes aparelhos faziam um buraco na carcaça, que nesta época era confeccionada em metal, e prendiam ali um terminal onde era conectado um fio de aterramento externo. Este procedimento não apresentou resultados, pois assim fazendo, a carcaça inteira ficava com o mesmo potencial.

Com o advento do primeiro chuveiro elétrico com carcaça fabricada em material termoplástico, segundo DE MARCHI, lançado pela Corona (Figura 15), que foi seguida pela FAME e, mais tarde, pela Lorenzetti com a Maxi Ducha, lançada ao final dos anos 1970, os elementos da chave interruptora (contatos fixos e móveis, seletor, etc.) foram posicionados na parte superior destas carcaças, as quais tinham um pequeno orifício onde era disposto um pino de metal cuja parte inferior ficava imerso na câmara de aquecimento, enquanto o extremo superior era ligado ao fio terra. Esta solução não teve muito sucesso, mesmo porque, em alguns casos, induzia uma corrente de fuga ainda maior.



Figura 15 – Chuveiro elétrico fabricado pela Corona. (CORONA (2005)).

DE MARCHI declara que em 1987 o departamento de engenharia da Lorenzetti começou a estudar meios de combater a corrente de fuga e concebeu um protótipo. Este aparelho tinha um terminal de aterramento externo ao qual era conectado um fio inteiramente encapado que penetrava na câmara de aquecimento, atravessando o centro da tampa superior, e descia pelo tubo-sifão, ficando sua extremidade posicionada logo após a saída deste tubo, onde se podia perceber a ponta do fio desprovida da capa.

Ensaio de laboratório permitiram concluir que o dito condutor funcionava como um captador de corrente de fuga e o aparelho praticamente não gerava uma corrente de fuga mensurável, enquanto a corrente que deixava o chuveiro através do fio terra era elevada. A conclusão dos ensaios, segundo DE MARCHI, foi que o condutor captava a corrente de fuga do líquido e a descarregava pelo aterramento.

Este ponto de captação de corrente funciona porque o potencial elétrico neste ponto é zero. Ao encontrar o potencial zero os elétrons procuram o caminho mais fácil e fogem pelo captador. Se fosse um fio completamente nu, o mesmo não teria o mesmo funcionamento, porque ao se afastar daquele ponto o potencial mudaria.

Quando as normas foram enfim aprovadas, em 1992, estava instituída a obrigatoriedade de se reduzir a corrente de fuga a valores suficientemente baixos para não gerar quaisquer riscos aos usuários de duchas e chuveiros.

O trabalho da comissão de estudos da ABNT teve uma importância muito grande, pois deu credibilidade ao chuveiro elétrico, que passou a ser visto como equipamento suficientemente seguro e confiável. De certa forma já o era antes do advento destas normas, mas a obrigatoriedade de atendimento a determinados parâmetros inegavelmente conferiu-lhe uma imagem muito mais favorável.

A patente da Lorenzetti foi depositada em 1987, mas o emprego do sistema de captação nos aparelhos da empresa teve início ao final de 1988, com o lançamento da Lorenducha.

5.1.4 Chuveiro elétrico com circuito eletrônico de seleção de temperaturas

Desde os primeiros modelos de chuveiros persistia uma importante limitação de seu uso, relativa à dificuldade de se obter um meio para a regulação da temperatura da água, pois o interruptor automático com o diafragma serviam apenas para se ligar e desligar o aparelho. Alguns modelos tinham duas opções de aquecimento (inverno e verão), usando toda a resistência ou parte dela, escolhendo-se a opção desejada por meio de uma alavanca ou tecla de seleção.

Com apenas uma parte da resistência energizada, a corrente elétrica aumenta e, portanto, a temperatura da água é maior. Quanto maior a resistência, menor a corrente e menor o aquecimento. Contudo, somente com duas opções fica difícil ajustar a temperatura. O ideal é uma variação contínua para a corrente que atravessa a resistência. Desta forma pode-se escolher a temperatura da água de acordo com as necessidades, mantendo inalterada a vazão de água na saída do aparelho.

Segundo DE MARCHI, em 1978, Vivaldo Ferreira Lousada, técnico em eletrônica, inventou um circuito eletrônico para chuveiros que possibilitava a variação contínua para a corrente. Ao solicitar seu patenteamento, depositou no INPI um pedido de registro de Modelo de Utilidade, embora tivesse apresentado o esquema do circuito

elétrico, e não uma disposição construtiva. Esta novidade constituía uma invenção e, portanto, deveria ter sido depositado uma patente de invenção. Como não estava familiarizado com tais sutilezas e não possuía um procurador suficientemente habilitado, o pedido acabou sendo indeferido e, em conseqüência, seu sistema eletrônico destinado a propiciar uma variação contínua de temperatura caiu em domínio público.

Os fabricantes de chuveiros acabaram por desenvolver aparelhos com aquele tipo de circuito, sendo os primeiros modelos colocados no mercado em 1987. Esta demora deveu-se à baixa confiabilidade na produção, na entrega e na durabilidade (vida útil) dos componentes eletrônicos utilizados no circuito. Os componentes importados eram caros além destes chuveiros também apresentarem problemas sérios de interferência eletromagnética, provocando desequilíbrios na rede elétrica. Essa interferência pode atingir valores elevados, interferindo nos demais equipamentos.

Uma das possíveis soluções prevê o emprego de um circuito do tipo “zero cross”, que permite que se tenham patamares de temperatura em vez de controle contínuo. Cada um desses patamares efetua a interrupção da onda senóide num ponto em que atravessa o eixo zero, daí o nome. A KDT e a Lorenzetti lançaram este tipo de aparelho mais ou menos na mesma época.

A KDT, que ficava em Avaré, no interior de São Paulo, fechou após passar por diversos problemas financeiros. Ex-funcionários, dentre os quais o engenheiro Celso Leal Mariuzzo e o engenheiro Arnaldo Gallo constituíram a Tertec, empresa que hoje utiliza o prédio, as máquinas, as ferramentas e, principalmente, a tecnologia da KDT.

Outro importante fabricante é a Corona, com aproximadamente 45 anos de atividade. Segundo DE MARCHI, a Corona tinha uma filosofia e um estilo próprios, que se diferenciavam dos demais fabricantes. A maioria de seus produtos tinha baixo custo. Eles introduziram os chuveiros com carcaça de plástico na década de 1970. Esta inovação fez com que quase todos os outros fabricantes seguissem o mesmo caminho (The World Market Intelligence (2004)).

Conforme DE MARCHI, recentemente a Corona passou a adotar a política de lançar produtos novos todo ano, os quais tem uma vida comercial relativamente curta, embora seus modelos básicos permaneçam quase inalterados.

A Corona visa um mercado de menor poder aquisitivo, mas nos últimos tempos também passou a disponibilizar produtos mais caros. Contudo, sua filosofia comercial sempre teve um viés voltado ao segmento popular, onde o lucro é gerado pelo volume de produtos vendidos.

Segundo DE MARCHI, a Cardal, com aproximadamente 30 anos de atividade, nasceu do espírito empreendedor dos senhores José Carlos Cella e Antonio Sapienza, que montaram uma empresa cujos produtos destinam-se ao público das classes A e B.

De acordo com DE MARCHI, “os produtos da Cardal são mais caros e pesados, tendo carcaças em metal, sem o recurso aos materiais termoplásticos. A Cardal concorre com a Tertec. O nível de acabamento da Tertec é semelhante e o custo é aproximadamente o mesmo. Os equipamentos de ambas são excelentes, robustos e duráveis, com ótimo desempenho”.

Conforme DE MARCHI, os pequenos fabricantes têm pouca relevância em termos de mercado e como geração de tecnologia. Contudo deve-se mencionar, a Zagonel, sediada em Joinville, a Metalúrgica Becker, do Rio Grande do Sul, que há alguns anos tentou ingressar nesse mercado e não teve a resposta desejada. e, em São Paulo, a Lousano (também fabricante de fios e cabos elétricos), a Jahuense e a Thermo Comercial.

5.1.5 Viabilização do uso de disjuntores diferenciais

Segundo TOUTAIN ², a corrente de fuga é um dos fatores de risco nos chuveiros e para reduzir esta corrente os fabricantes dotaram os aparelhos de um terminal de aterramento ligado à carcaça, nos aparelhos metálicos, ou a eletrodos de captação, nos aparelhos de carcaça plástica.

² Jacques Soares Toutain é engenheiro da FAME FÁBRICA DE APARELHOS E MATERIAL ELÉTRICO LTDA.

Contudo este sistema de captação não era eficiente, nos aparelhos do começo da década de 90, fazendo com que a corrente pelo fio terra fosse elevada. Segundo DE MARCHI, foi constatado em ensaios de laboratório que a corrente de terra atingia valores próximos a 12 % do valor da corrente total que percorria o aparelho. Estes valores elevados de corrente pelo fio terra causavam desperdício de energia e riscos à segurança da instalação.

De acordo com TOUTAIN, a evolução das instalações elétricas trouxe à existência um dispositivo destinado a proteger as mesmas do risco de incêndio causado pelo aquecimento de um local pela corrente de fuga para terra que não era “percebida” pelos disjuntores de sobrecorrente. Este dispositivo, conhecido como Dispositivo Diferencial Residual (DR), compara a corrente que entra com a que sai do circuito e desliga o mesmo sempre que este valor for maior do que o valor para o qual foi calibrado (valor de disparo). Um outro benefício do uso do dispositivo DR é a proteção do usuário pelo desligamento de circuitos que possam dar choque nas pessoas.

TOUTAIN comenta que até o final da década de 90 a corrente pelo fio terra dos chuveiros era maior que a admissível pelo dispositivo DR, o que tornava este aparelho incompatível com as instalações dotadas deste dispositivo. Os fabricantes de chuveiros foram então obrigados a desenvolver novos sistemas de aterramento onde o valor da corrente pelo fio terra fosse inferior ao valor da corrente de disparo do dispositivo DR, sem elevar a corrente de fuga pela água.

Para isto eles precisaram aumentar a resistência elétrica do caminho da corrente pela água até o ponto de captação e desta forma conseguiram aparelhos que são compatíveis com as instalações onde se emprega o dispositivo DR e adicionalmente reduziram ainda mais a corrente de fuga pela água fazendo com que os aparelhos atuais sejam perfeitamente seguros no tocante ao risco de choque.

5.1.6 Evolução tecnológica do chuveiro elétrico.

Analisando-se o histórico do chuveiro elétrico apresentado nos itens anteriores, pode-se identificar a evolução tecnológica do chuveiro ao longo do tempo. A Figura 16, ilustra a evolução observada.

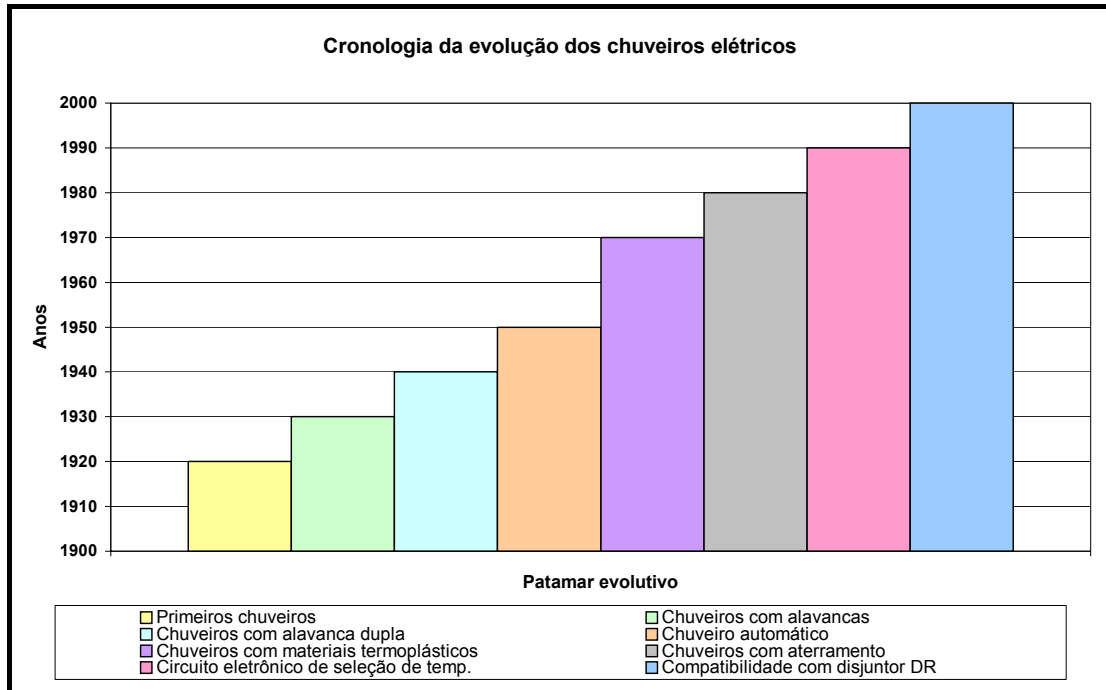


Figura 16 – Cronologia da evolução dos chuveiros elétricos

Uma constatação importante de DE MARCHI é que fora o Brasil, África do Sul, China e alguns países sul americanos, devido à proximidade geográfica, somente há chuveiros elétricos no Reino Unido, pois no resto da Europa o chuveiro não é aceito por problemas com as normas.

5.2 Funcionamento do chuveiro elétrico

O aquecimento da água, neste equipamento, depende diretamente da potência dissipada pelo elemento resistivo e da vazão que ali circula. Esse tipo de sistema é chamado de aquecedor elétrico instantâneo e, no Brasil, é o principal meio de obtenção de água aquecida para o banho, sendo o chuveiro elétrico automático o equipamento utilizado na maioria dos casos.

O chuveiro elétrico tem um funcionamento bem simples. A designação automático advém do fato do aparelho não necessitar de um botão para início de operação. Basta abrir o registro e a água move uma membrana de borracha que fecha o circuito (liga a resistência à rede elétrica).

Ao se fechar o registro, a vazão de água é interrompida e a membrana volta à posição inicial, desligando o aparelho. Alguns aparelhos possuem seletor de temperatura, que apenas muda o ponto de conexão do elemento resistivo, aumentando ou diminuindo seu valor e, conseqüentemente, a potência dissipada.

Segundo os fabricantes³, até o começo da década de 1980 a maioria dos aparelhos dispunha de seleção para somente duas temperaturas e a partir de meados da década de 1980 os aparelhos começaram a apresentar quatro ou mais seleções de temperaturas. Geralmente a potência nominal do chuveiro refere-se à máxima potência dissipada possível, comumente chamada de posição de inverno.

O elemento resistivo é um conjunto constituído de fio resistivo, terminais de contato e suporte e é destinado a gerar calor com a passagem da corrente elétrica e transferi-lo para a água. O elemento resistivo pode ser nu, quando o fio está em contato direto com a água, ou blindado, quando o elemento resistivo é isolado da água por meio de um material dielétrico envolvido em blindagem metálica que está em contato com a água. O elemento resistor blindado é conhecido como resistência “entubada”. É preenchido com óxido de magnésio sendo o tubo externo em cobre ou aço inoxidável.

Um dos fabricantes (FAME)⁴ tem conhecimento que, em determinadas regiões, notadamente o ABC paulista (cidades de Santo André, São Bernardo e São Caetano, pertencentes à grande São Paulo), os chuveiros não blindados tem um elemento resistor com liga de ferro, cromo e alumínio, ao invés de níquel e cromo, devido às peculiaridades da água que provêm da Represa Billings e abastece esta região. Outras regiões, tais como as cidades de Recife e Fortaleza, entre outras cidades litorâneas, tem o costume de usar chuveiros com elemento resistivo blindado para obter maior durabilidade.

³ Declaração coletada em reunião de fabricantes realizada na ABINEE em 2004

⁴ Informação verbal fornecida pelo engenheiro Jacques Soares Toutain em 14/07/2004

O chuveiro elétrico é um aparelho compacto, sendo que o sistema de aquecimento de passagem fica o mais próximo possível do crivo por onde sai a água do banho, minimizando, desta forma, as perdas térmicas e os custos de instalação. Pelo fato de ser um aparelho de aquecimento de passagem instantâneo, a instalação hidráulica não necessita suportar água aquecida, podendo ser usadas tubulações de plástico (PVC).

O aparelho é extremamente eficiente, se for considerado somente o aspecto energético, pois apresenta alta taxa de conversão de energia elétrica em calor, segundo (MATAJS (1997)) de 90% a 93%. Como a água aquecida é somente aquela que será utilizada, o desperdício também é baixo.

Os chuveiros elétricos têm uma grande variação de preços, sendo que, dependendo das características do aparelho, podem ser encontrados com preços inferiores a R\$ 20,00 (US\$ 8,70)⁵ ou até superiores a R\$ 600,00 (US\$ 260,00).

Do ponto de vista do valor pago pelo consumidor, é um equipamento barato. Os preços dos chuveiros variam devido a vários fatores tais como acabamento, “design”, durabilidade, número de posições da chave seletora de temperatura, potência, faixa de pressão suportada, características do espalhador de água (crivo), direcionamento do jato, blindagem da resistência e compatibilidade com disjuntor diferencial (DR), dentre outras.

Segundo FERREIRA (2004), para o consumidor, além do fator econômico, existe o fator cultural. As famílias estão habituadas a utilizar o equipamento e a grande maioria dos usuários está satisfeita com ele. Há alternativas, mas além de não existir uma penetração dos produtos que substituiriam o chuveiro elétrico, estes exigem um maior investimento por parte do consumidor nos equipamentos e nas instalações.

⁵ Cotação do dólar norte americano, em novembro de 2005, R\$ 2,30

5.3 Classes de potência

A norma NBR 12483/92 da ABNT distingue os chuveiros elétricos por classes de potência, apresentando valores mínimos e máximos de 2.200 W a 11.000 W (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Faixas de potência para chuveiros elétricos – Tensão de 127 V.

Classe de potência (W)	Potência elétrica nominal (W)		Corrente nominal do dispositivo de proteção (A)
	Limite inferior	Limite superior	
3.300	≥ 2.200	≤ 3.300	25
4.400	> 3.300	≤ 4.400	35
5.500	> 4.400	≤ 5.500	50

Fonte: NBR 12483/92 da ABNT

Tabela 3 – Faixas de potência para chuveiros elétricos – Tensão de 220 V.

Classe de potência (W)	Potência elétrica nominal (W)		Corrente nominal do dispositivo de proteção (A)
	Limite inferior	Limite superior	
3.300	≥ 2.200	≤ 3.300	15
4.400	> 3.300	≤ 4.400	20
5.500	> 4.400	≤ 5.500	25
6.600	> 5.500	≤ 6.600	30
7.700	> 6.600	≤ 7.700	35
11.000	> 7.700	≤ 11.000	50

Fonte: NBR 12483/92 da ABNT

Essa mesma norma (NBR 12483/92 da ABNT) menciona que a vazão mínima da água do banho não deve ser inferior a 0,05 l/s (3,0 l/min), independente da potência do aparelho.

Os fabricantes de chuveiros elétricos produzem diferentes modelos com potências de até 8.800 W, os quais são capazes de fornecer uma variação de temperatura entre 13° C a 36° C, para a vazão mínima de 0,05 l/s.

A norma NBR 12089/91 da ABNT preconiza que a água após passar pelo chuveiro deve estar com a sua temperatura de, no mínimo, 38° C.

A maior parte dos modelos de chuveiros elétricos disponíveis no mercado possuem chaves selecionadoras para as estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) ou chaves que descrevem posições de temperatura, quente, morno e frio.

A função destas chaves é compensar a variação de temperatura ambiente da água ao longo dos meses do ano. A utilidade dessas chaves é normalmente percebida nos meses de inverno, devido a redução na temperatura da água.

Contudo, somente a utilização dessas chaves nem sempre é suficiente para compensar essa redução na temperatura ambiente. Nestes casos, o usuário, no momento do banho, deve reduzir a vazão de água do chuveiro elétrico a fim de manter a temperatura da água do banho a 38° C, de forma a tornar seu banho menos desagradável.

5.4 Características de uso e instalação

Para a instalação elétrica do chuveiro, além da fiação de alimentação é necessário um fio terra para prevenir eventuais choques elétricos. O sistema de aterramento deve apresentar, segundo a NBR 5410/04 da ABNT, uma impedância de no máximo 1 ohm, a qual pode ser obtida através de hastes enterradas no solo.

A NBR 12483/92 da ABNT preconiza que as seguintes informações devem estar presentes nas embalagens a serem comercializadas:

-consumo mensal mínimo de energia elétrica para uma pessoa, em kWh, informando:

- elevação de temperatura: 10° C;
- vazão em, l/min;
- 1 banho de 8 minutos por dia

-consumo máximo de energia elétrica para uma pessoa, em kWh, informando:

- elevação de temperatura: em ° C
- vazão mínima de 3 l/min
- 1 banho de 8 minutos por dia

-os dizeres “o terminal ou fio terra deste aparelho deve ser conectado a um sistema de aterramento, conforme estabelecido nas normas da ABNT. Antes de instalar o aparelho leia o manual de instruções”.

Para sua instalação, recomenda-se o uso de redutor de pressão quando a pressão de água for superior a 8 metros de coluna d’água.

A manutenção do chuveiro elétrico resume-se em troca de resistências, limpeza e regulagem dos contatos elétricos. O tempo de vida útil varia conforme o número de acionamento dos contatos elétricos.

No Anexo 1 é apresentado um resumo dos produtos contendo a família, modelo, potência e elevação máxima de temperatura de cada fabricante, segundo INMETRO.

6 ENERGIA ELÉTRICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA

6.1 A oferta de energia elétrica no Brasil

A área energética está, e sempre esteve, associada ao desenvolvimento econômico e social. A energia não só cresce em importância ao longo do tempo, mas também cresce o número de áreas de aplicação da mesma.

Existem vários tipos de energia, com fontes renováveis ou não, variando em utilização e tecnologia associada à sua obtenção. Contudo, a obtenção não depende somente da tecnologia necessária, mas também de outros fatores tais como geografia, clima e recursos energéticos naturais. É natural, portanto, que as fontes energéticas de cada país estejam atreladas a esses fatores.

A Figura 17 apresenta a oferta, em 2002, de energia elétrica no Brasil onde se percebe a predominância da energia proveniente de hidrelétricas.

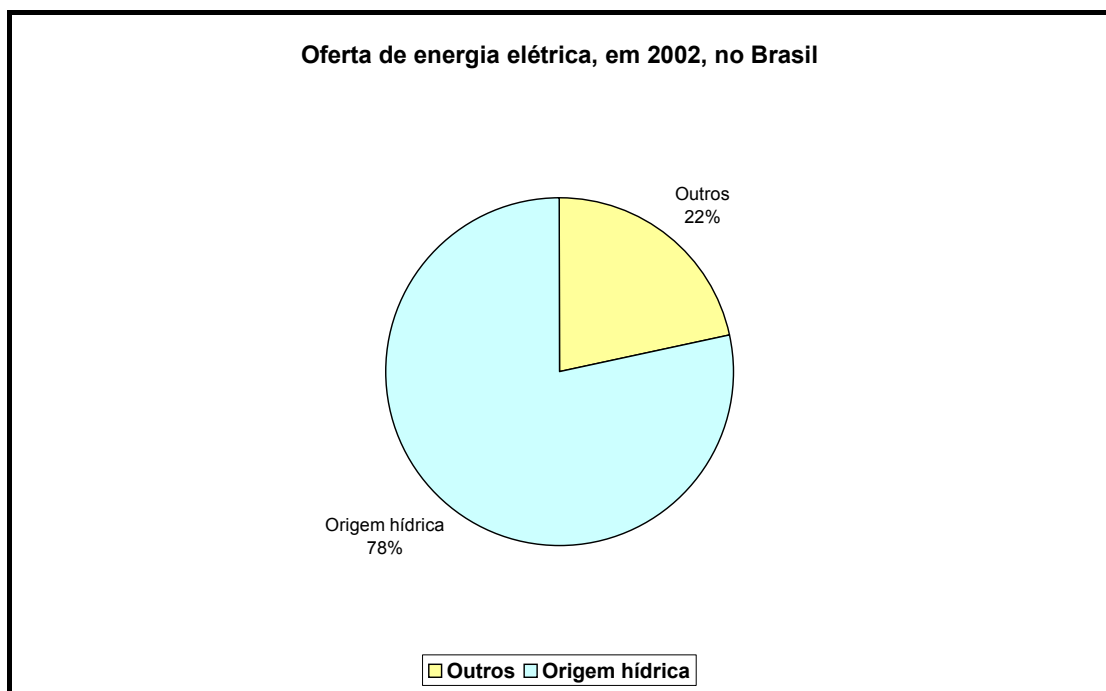


Figura 17 – Estrutura da oferta de energia elétrica em 2002 no Brasil (ANEEL (2005)).

A energia proveniente de usinas hidrelétricas é considerada barata ao analisarem-se somente os custos diretos e embora seja uma energia renovável, traz consigo

algumas desvantagens como o alto investimento inicial, o alagamento de grandes áreas e a dependência das chuvas.

O potencial hidráulico ou hidroenergético do País é de 260 GW, dos quais apenas 25% estão sendo utilizados na produção de energia pelas usinas hidrelétricas de médio e grande porte e as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's). A Região Norte tem o maior potencial para geração hidráulica, 114 GW ou 44%, enquanto a Região Nordeste tem apenas 10% deste total, 26 GW (ANEEL (2005)).

Oito grandes bacias hidrográficas compõem o mapa dos rios brasileiros: as bacias do Rio Amazonas, dos rios Tocantins e Araguaia, Bacia do Atlântico Norte e Nordeste, do Rio São Francisco, Bacia do Atlântico Leste, Bacia dos rios Paraná e Paraguai, do Rio Uruguai e Bacia do Atlântico Sul e Sudeste.

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) representam um dos principais focos de prioridade no que se refere ao aumento da oferta de energia elétrica no Brasil. Por suas características, usinas com potência instalada superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW e com o reservatório com área igual ou inferior a 3 km², esse tipo de empreendimento possibilita um bom atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais. A partir de 1998 a construção destas unidades de geração foi incrementada por meio de uma série de mecanismos legais e regulatórios.

As usinas termelétricas a gás passaram a ganhar força no País, principalmente em virtude do crescimento da malha de gasodutos e da maior facilidade em se adquirir o gás natural, combustível principal desse tipo de unidade geradora. A implantação de novas usinas térmicas a gás permitiu, não só complementar a oferta de energia, como também reduzir limitações do sistema hidroelétrico atual.

O processo de produção de calor e energia elétrica a partir de um único combustível, co-geração, ganha cada vez mais espaço. A queima do gás natural ou de resíduos orgânicos (biomassa) gera energia térmica (calor) e, ao mesmo tempo, movimenta os geradores.

Grandes empresas brasileiras vêm se tornando auto-suficientes em produção de energia com a ajuda do gás, ou do próprio lixo industrial. Os resíduos de madeira

que antes eram descartados pela indústria de celulose passaram a ser utilizados como combustível para aquecer as caldeiras. Segundo FERREIRA (2004), a fábrica da Coca-Cola, em Jundiaí (SP), usa o gás natural para produzir energia elétrica, água quente e gelada e ar comprimido.

Segundo a ANEEL (2005) o Brasil possui no total 1.406 empreendimentos de geração de energia elétrica, com capacidade instalada de aproximadamente 91.278 MW de potência. Está prevista para os próximos anos uma adição de 34.206 MW na capacidade de geração do País, proveniente dos 69 empreendimentos atualmente em construção e mais 527 outorgados. A Tabela 4 apresenta um resumo dos empreendimentos que produzem energia elétrica em operação.

Tabela 4 – Resumo dos empreendimentos que produzem energia elétrica em operação no Brasil e a potência instalada em função do tipo.

Empreendimentos em operação							
Tipo		Capacidade instalada		%	Total		%
		nº de usinas	(MW)		nº de usinas	(MW)	
Hidro		567	69.668	78,27	567	69.668	78,27
Gás	Natural	69	8.969	9,02	92	9.867	9,92
	Oriundos de processos industriais	23	898	0,90			
Petróleo	Óleo diesel	454	4.076	4,10	473	5.245	5,27
	Óleo residual	19	1.168	1,17			
Biomassa	Bagaço de Cana	215	2.157	2,17	253	3.048	3,06
	Licor Negro	12	666	0,67			
	Madeira	22	200	0,20			
	Biogás	2	20	0,02			
	Casca de Arroz	2	6	0,01			
Nuclear	Fissão	2	2.007	2,02	2	2.007	2,02
Carvão Mineral	Carvão Mineral	7	1.415	1,42	7	1.415	1,42
Eólica		11	29	0,03	11	29	0,03

Fonte: (ANEEL (2005)).

Segundo a ANEEL (2005) embora os maiores potenciais remanescentes estejam localizados em regiões com fortes restrições ambientais e distantes dos principais centros consumidores, estima-se que, pelo menos 50 % da necessidade de expansão da capacidade de geração será de origem hídrica.

Existe a tendência do aumento de outras fontes devido a restrições socioeconômicas e ambientais de projetos hidrelétricos, aos recentes planos emergenciais para construções de termelétricas e aos avanços tecnológicos no aproveitamento de fontes não convencionais, mas tudo indica que a energia hidráulica continuará sendo, por muitos anos, a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil.

6.2 O perfil do consumidor residencial brasileiro

Segundo FERREIRA (2004), “o consumidor brasileiro foi induzido a acreditar que a eletricidade é inesgotável. Décadas atrás era apregoado que a eletricidade brasileira era limpa, abundante e inesgotável. Grandes projetos, destacando-se Itaipu, Porto Primavera e Tucuruí foram implementados sem dimensionar a demanda por eletricidade.

Foi criada uma capacidade de geração muito acima da capacidade de consumo, estimulando-se qualquer uso possível de eletricidade. É impressionante a quantidade de máquinas térmicas alimentadas com energia elétrica que passaram a existir no Brasil”.

Ainda de acordo com FERREIRA (2004), esse quadro proporcionou o estabelecimento de algumas características muito próprias do Brasil. Uma delas é o fato de ser um dos poucos países no mundo onde o chuveiro elétrico é difundido. Outra é a inexistência de uma cultura associada ao uso do gás.

De acordo com GRAÇA (1990), “para a maior parte das famílias que vivem em residências sem instalações hidráulicas específicas para água quente e sem reservatório isolado, o chuveiro é a única opção para aquecer a água. Além disso, o preço da instalação de um equipamento aquecedor acumulador de água é pelo menos dez vezes maior e implica em obras civis na residência. Ao conseguir esse feito essencialmente positivo, que foi difundir um equipamento muito eficiente e

barato, o mercado criou um problema para o setor produtor de energia elétrica, que é obrigado a gastar em infra estrutura para que milhões de famílias possam ter água quente”.

Existem fatores especiais que acabaram por mudar o perfil do consumidor, seja de maneira temporária ou permanente. Em meados da década de 1990, com a queda da inflação, houve um forte aumento nas vendas de eletrodomésticos, acarretando um crescimento no consumo de energia no setor residencial. O consumo neste setor cresceu 13,6 % entre 1994 e 1995 (FERREIRA (2004)).

Outro fenômeno ocorrido em boa parte das cidades brasileiras, em 1997 e 1998, foi o aumento do consumo de energia provocado pelo fenômeno “El Nino”. A elevação de alguns graus na temperatura média ambiente provocou um aumento na demanda de energia elétrica, de acordo com FERREIRA (2004).

Por fim, as crises energéticas de 2000 e 2001 mudaram de maneira significativa grande parcela dos hábitos de consumo de eletricidade no Brasil. A Figura 18 apresenta a evolução do consumo de energia elétrica por setor, no Brasil, entre 1983 e 1998 (GWh).

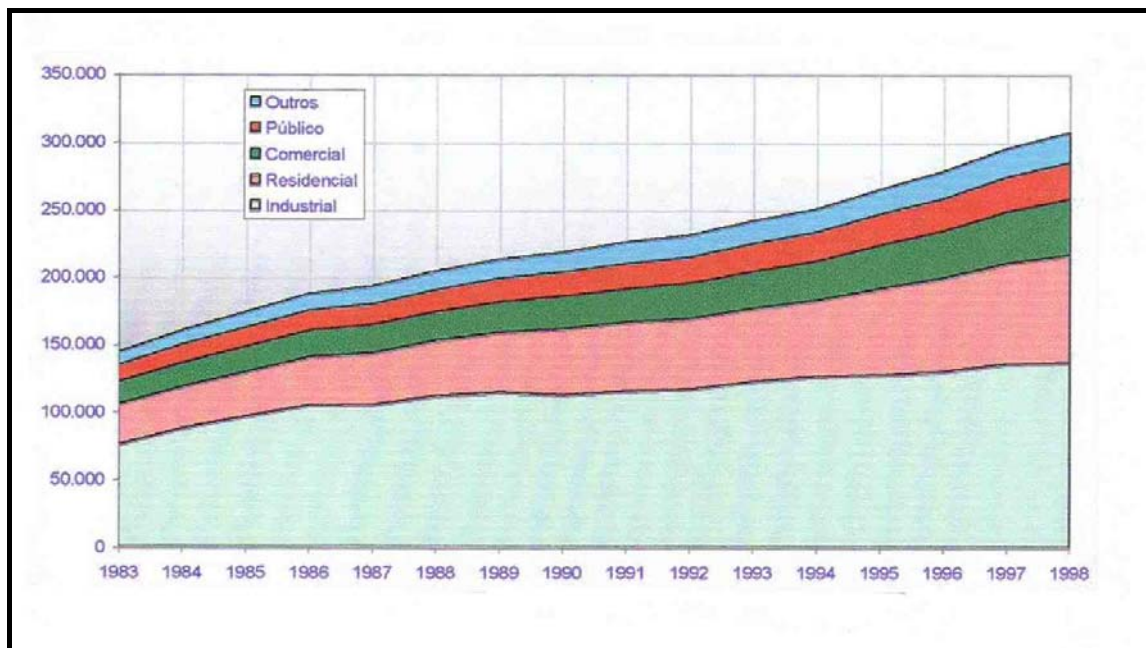


Figura 18 – Evolução do consumo de energia elétrica por setor, no Brasil, entre 1983 e 1998 (GWh) (MME (1999)).

Os consumos industriais possuem maiores fatores de carga, enquanto os residenciais e comerciais são caracterizados pelo maior consumo da hora de ponta, mas com baixos fatores de carga.

O sistema deve suprir as necessidades de todos os setores de consumo, mas não é impactado por eles de igual modo, já que a demanda energética ao longo do tempo é diferenciada.

No Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste, a participação do consumidor residencial e comercial tem crescido frente ao industrial. O consumidor residencial tem um pico de consumo concentrado, o que é muito importante para o dimensionamento do sistema. Embora a energia média consumida seja pequena, cargas que demandam muita potência exigem que o sistema esteja preparado para suprir suas exigências, o que faz com que surjam sistemas dimensionados em função de grandes demandas.

6.2.1 Consumo residencial

Segundo o MME (1999), o consumo residencial evoluiu de uma participação de 23,3% em 1970, para 27,8% em 1998. Este resultado teve como principais fatores de sustentação um intenso consumo de eletricidade nas residências, conforme FERREIRA (2004) também observou, notadamente em função das elevadas temperaturas ocorridas e a influência da incorporação, pelos consumidores residenciais, de um volume expressivo de aparelhos eletroeletrônicos.

Conforme o MME (1999), o número de consumidores residenciais, entre 1970 e 1998, passou de 6,8 para 37,0 milhões, correspondendo a uma variação média anual de 6,2% no período. Este crescimento foi bastante superior ao crescimento da população. Apesar disto, nas regiões menos desenvolvidas ainda existe um potencial apreciável de crescimento do número de consumidores residenciais.

De acordo com o MME (1999), o consumo residencial apresentou evolução significativa nos últimos anos, resultado que pode ser associado diretamente aos efeitos do Plano Real⁶.

A melhoria do nível de renda da população, decorrente do controle do processo inflacionário, elevou significativamente o estoque domiciliar de aparelhos eletroeletrônicos, o que contribuiu para a expansão do consumo residencial.

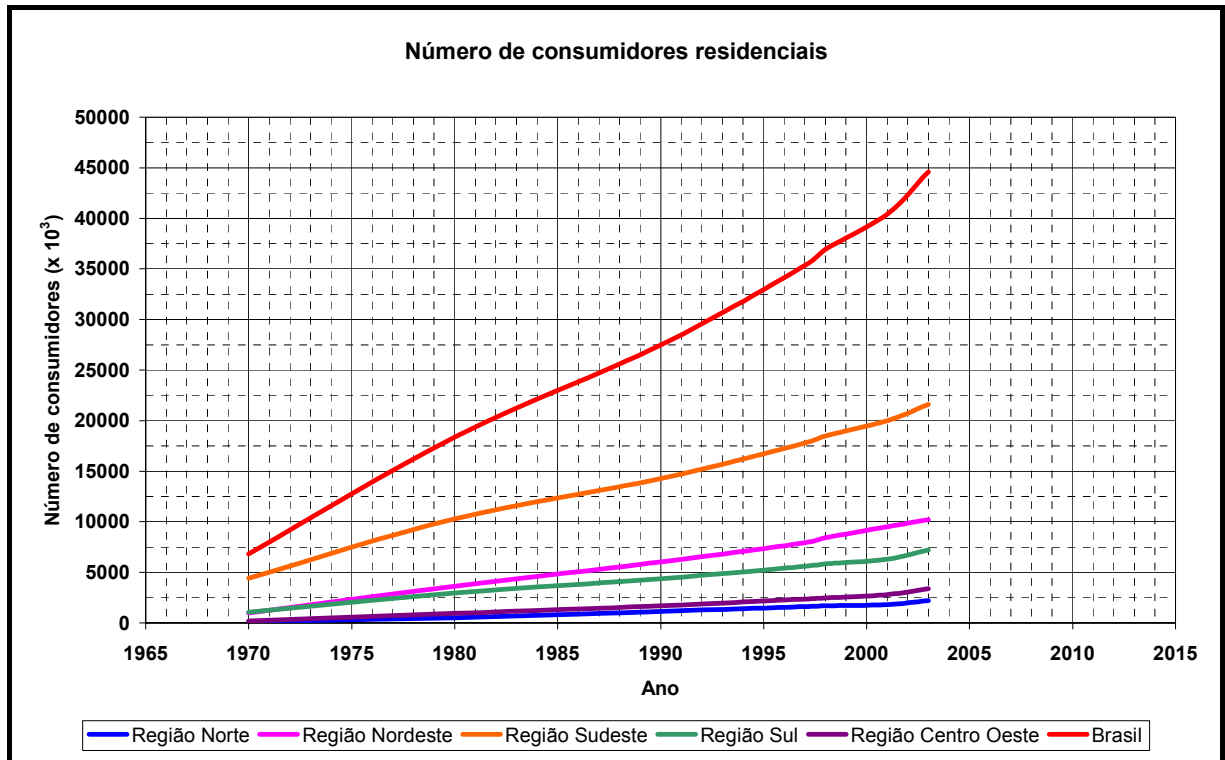
Nas Tabela 5 e Figura 19 são apresentados os valores regionais do número de consumidores residenciais, sendo que os dados referentes aos anos de 2001 e 2003 foram obtidos por extrapolação.

Tabela 5 – Número de consumidores residências (Brasil e regiões).

Ano	Regiões					Brasil
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	C. Oeste	
1970	138.000	988.000	4.409.000	1.084.000	204.000	6.823.000
1980	532.000	3.641.000	10.282.000	2.950.000	953.000	18.358.000
1990	1.146.000	6.025.000	14.278.000	4.362.000	1.688.000	27.499.000
1997	1.604.000	7.942.000	17.793.000	5.606.000	2.367.000	35.312.000
1998	1.694.000	8.457.000	18.486.000	5.824.000	2.485.000	36.946.000
2001	1.800.000	9.500.000	20.000.000	6.300.000	2.810.000	40.410.000
2003	2.200.000	10.200.000	21.600.000	7.200.000	3.400.000	44.600.000

Fonte: (MME (1999 e 2003, modificada)).

⁶ Plano Real – Plano econômico implantado em 1994 que instituiu a moeda real (R\$).



Fonte: (MME (1999 e 2003, modificada)).

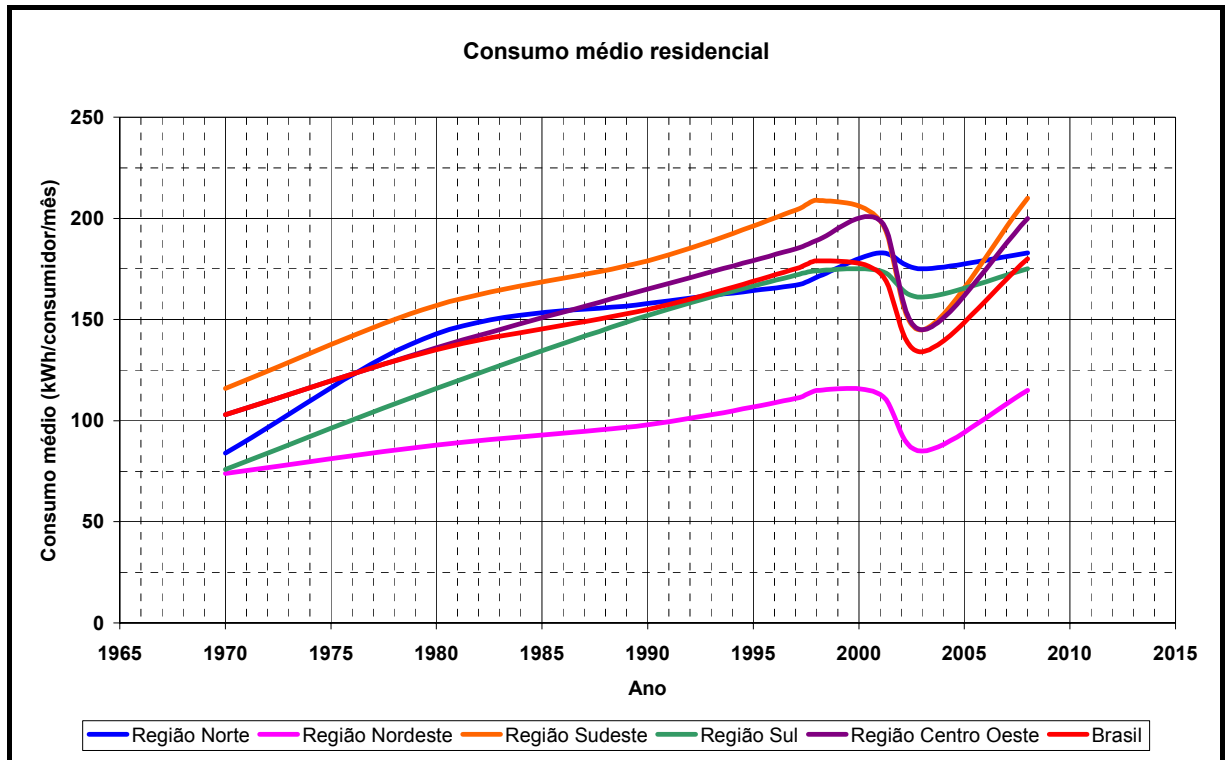
Figura 19 – Número de consumidores residenciais.

Nas Tabela 6 e Figura 20 são apresentados os valores regionais do consumo médio residencial, sendo que o valor referente a 2008 foi uma projeção efetuada pelo Ministério de Minas e Energia.

Tabela 6 – Consumo médio por consumidor residencial (kWh/Consumidor/mês) (Brasil e regiões).

Ano	Regiões					Brasil
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	C. Oeste	
1970	84	74	116	76	103	103
1980	143	88	157	116	136	135
1990	158	98	179	152	165	155
1997	167	111	204	172	185	175
1998	171	115	209	174	189	179
2001	183	113	199	174	199	173
2003	175	85	145	161	145	134
2008	183	115	210	175	200	180

Fonte: (MME (1999 e 2003)).



Fonte: (MME (1999 e 2003)).

Figura 20 – Consumo médio residencial

Como pode ser observado no gráfico da Figura 20, as curvas apresentaram uma inflexão no ano de 2001 resultante do rígido controle e racionamento impostos devido à crise energética que assolou o país. Em 2003, período pós crise energética, houve uma retomada do consumo e, segundo projeções do MME para o ano de 2008, o consumo deve atingir valores similares aos do ano de 2001, antes do racionamento.

6.3 Principais usos da energia elétrica nas residências

De acordo com GELLER (1991) (Figura 21), os principais usos da energia elétrica nas residências brasileiras são os refrigeradores (33 %), equipamentos para aquecimento de água (26 %) e iluminação (23 %). O uso de ar condicionado está aumentando, salvo em regiões isoladas onde o mesmo já tem presença elevada, mas ainda apresenta baixo impacto neste setor em virtude da baixa saturação do mercado.

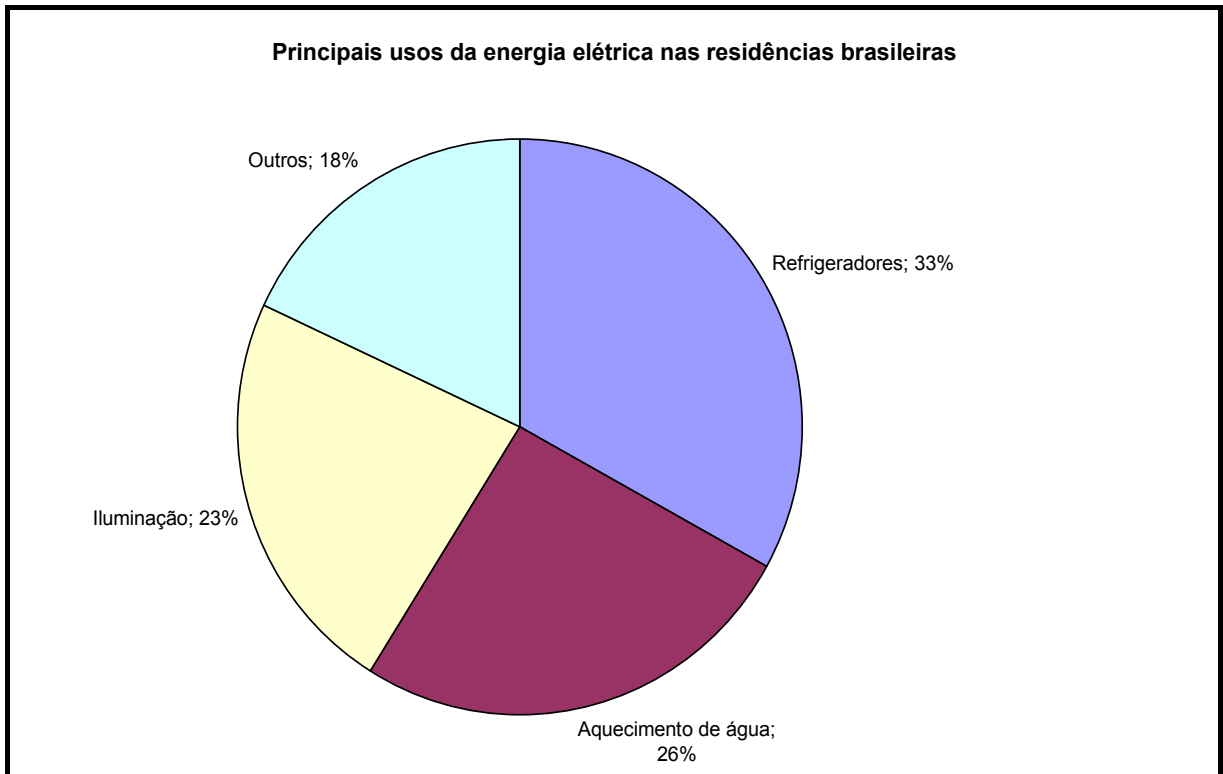


Figura 21 – Principais usos da energia elétrica nas residências brasileiras (GELLER (1991)).

6.4 A presença do chuveiro elétrico nas residências

Pesquisas com 9 empresas projetistas⁷ do Estado de São Paulo, com intuito de identificar a previsão da utilização do chuveiro elétrico como aparelho para aquecer água para banho, apontam a presença destes aparelhos em função da classe social a que se destina o projeto.

Assim o chuveiro elétrico é previsto na totalidade dos projetos destinados a classe C (média baixa e baixa), de 20% a 40% dos projetos destinados à classe B (média e média alta) e somente é considerado em 5% dos projetos destinados à classe A (alta). Ainda quanto à classe A, é considerado o emprego de chuveiro elétrico no banheiro de empregada em 95% dos projetos.

⁷ Pesquisa realizada pelo autor com 9 empresas de projeto em 2004 e 2005.

Em MATAJS (1997) encontra-se uma pesquisa feita pelas concessionárias de energia do Estado de São Paulo, que apresenta a presença dos chuveiros elétricos, em porcentagem, nas residências. A Tabela 7 apresenta o resultado desta pesquisa.

Tabela 7 – Presença do chuveiro elétrico nas residências do Estado de São Paulo.

Concessionária	Residências com pelo menos um chuveiro elétrico
CPFL	97 %
ELPO	97 %
CESP	82 %
Outras	84 %

Fonte: (PROCEL (1988), apud MATAJS (1997)).

Considerando-se as dimensões do país e as características de cada local, é natural que a presença do aparelho seja diferenciada em cada região. A Tabela 8 apresenta a compilação de uma pesquisa de posse de equipamentos, aonde se pode observar que o chuveiro elétrico está presente em apenas 7,9 % das residências da região norte e em 15,2 % das residências da região nordeste.

Tabela 8 – Porcentual de residências com posse de equipamentos elétricos.

Equipamento	% presente					
	Brasil	Regiões				
		Norte	Nordeste	Centro Oeste	Sudeste	Sul
Ferro de passar roupa	87,4	77,2	70,7	90,0	93,8	88,2
Televisão	87,3	81,7	75,1	86,1	91,5	89,7
Líquidificador	74,3	65,0	62,6	67,0	81,3	71,0
Geladeira de uma porta	72,3	77,6	57,8	73,9	75,5	77,8
Chuveiro elétrico	67,6	7,9	15,2	72,9	83,5	88,1
Aparelho de som	47,0	46,5	41,8	46,2	49,9	44,4
Ventilador	41,5	56,8	33,1	38,3	42,2	46,8
Rádio elétrico	39,1	40,3	34,6	27,6	42,8	36,8
Enceradeira	31,5	15,5	11,5	28,7	42,0	26,8
Batedeira	30,9	14,7	12,7	25,2	37,4	37,0
Secador de cabelos	30,6	12,9	9,3	25,5	36,7	41,2
Máquina de lavar roupas	27,7	6,2	3,1	30,0	35,0	36,9
Rádio relógio	26,3	10,4	7,9	18,1	34,1	29,9
Espremedor de frutas	21,0	13,1	11,9	19,3	26,9	16,2
Máquina de costura	17,6	13,4	10,7	16,8	20,7	17,4
Aspirador de pó	16,5	3,4	2,0	7,6	22,8	19,7
Geladeira de duas portas	11,4	5,6	5,8	10,8	14,1	10,8

Fonte: (MME 1999).

A Tabela 9 apresenta o porcentual de distribuição de chuveiros elétricos por região segundo pesquisa efetuada em 1996 pelo PROCEL.

Tabela 9 – Porcentual por região da quantidade total de aparelhos no país (PROCEL (1996) apud FERRARI (1996)).

Regiões	Norte	Nordeste	Centro Oeste	Sudeste	Sul	Total
% do total	0,4	4,5	6,5	65,1	23,5	100,0

Fonte: (PROCEL (1996) apud FERRARI (1996)).

Analisando a Tabela 8 (página 53) e o gráfico da Figura 19 (página 49), pode-se construir a Tabela 10.

Tabela 10 – Número de chuveiros elétricos em 1999 (por regiões e Brasil)

Ano	Regiões					Brasil
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste	
1999	133.826	1.285.464	15.435.810	5.130.944	1.811.565	24.975.496

6.5 O chuveiro elétrico no mercado de aquecedores

Para se ter um panorama do chuveiro no mercado brasileiro em termos de venda de aparelhos, as Tabelas 11 e 12, a seguir, apresentam os números relativos dos sistemas de aquecimento; do chuveiro elétrico e quantidade de aparelhos de aquecimento instantâneo, respectivamente.

Tabela 11 – Mercado de produção de aquecedores, em 10³ unidades.

Tipo de aquecedor		1999	2000	2001	2002	2003	2004
Gás	Instantâneo	130,8	148,3	188,2	196,2	183,4	180,1
	Acumulação	13,4	13,9	14,8	18,2	17,1	17,4
Elétrico	Chuveiro elétrico	8.120,4	8.663,9	9.010,4	9.114,0	9.310,0	9.310,0
	Instantâneo	209,6	176,8	183,9	186,0	190,0	190,0
	Acumulação	43,8	43,9	12,5	6,0	4,7	4,5
Total		8.518,0	9.046,8	9.409,8	9.520,4	9.705,2	9.702,0

Fonte: (The World Market Intelligence (2004)).

Tabela 12 – Quantidade, em 10³ unidades, dos aquecedores elétricos (instantâneos e chuveiros elétricos) em função da sua faixa de potência, no ano de 2000.

Faixa de potência (W)	Quantidade	%
≤ 3.000	185,7	2,1
3.100 a 9.000	8.089,2	91,5
9.000 a 18.000	565,8	6,4
18.100 a 21.000		0,0
≥ 21.000		0,0
Total	8.840,7	100,0

Fonte: (The World Market Intelligence (2004)).

Através da análise das Tabelas 10 e 11 da página 54, pode-se observar que no ano de 1999 a produção de aparelhos foi de 8.120.400 unidades para um mercado de 24.975.496 unidades. Portanto a porcentagem aproximada de reposição e expansão de mercado foi de 32,5 %.

6.6 Participação do chuveiro elétrico no consumo elétrico residencial

Segundo MATAJS (1997), a participação do chuveiro elétrico no setor residencial e no consumo total de energia nas concessionárias do Estado de São Paulo no ano de 1995 é apresentada na Figura 22, onde pode-se observar que o chuveiro elétrico representa, em média, aproximadamente 7 % do consumo total e aproximadamente 28 % do setor residencial, muito próximo do apresentado por GELLER (1991) (Vide Figura 21).

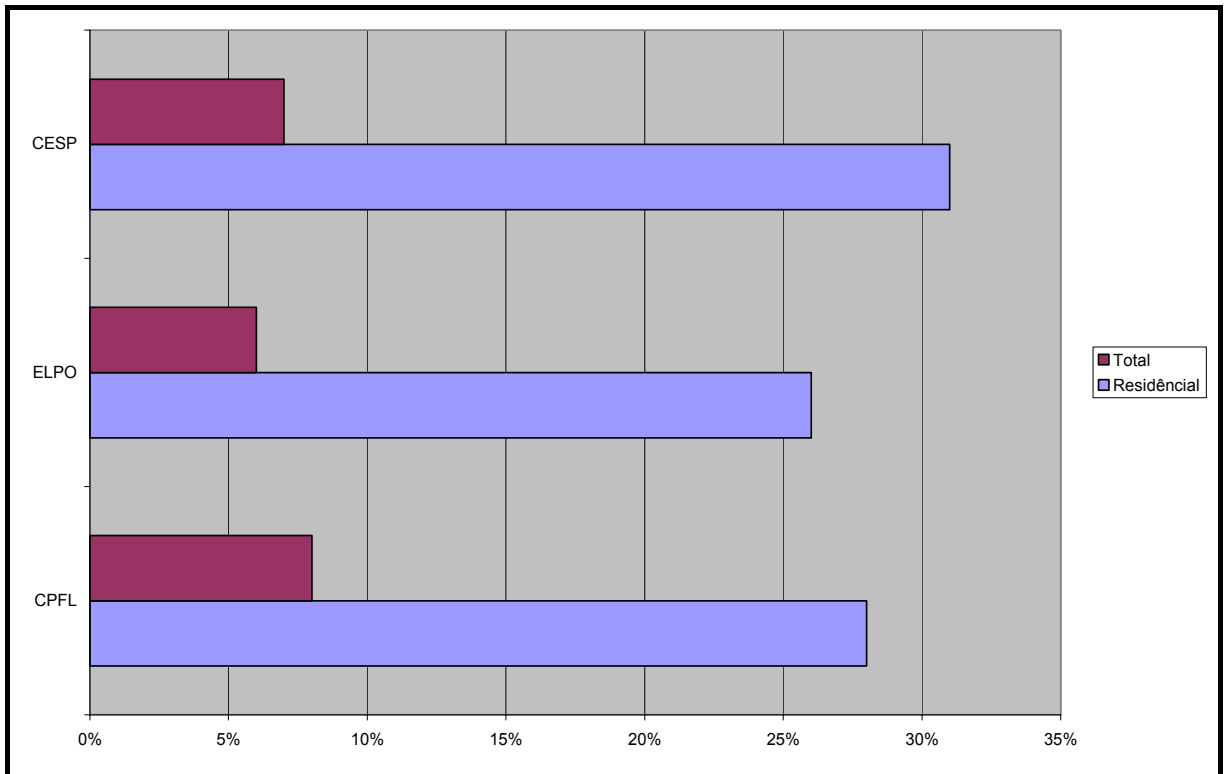


Figura 22 – Participação do chuveiro elétrico no setor residencial e no consumo total de energia nas concessionárias do Estado de São Paulo, no ano de 1995 (MATAJS (1997)).

Contudo existem outros usos de eletricidade tais como calefação e refrigeração de ambientes, refrigeração de alimentos, lazer (TV e aparelho de som, dentre outros), iluminação e cocção, entre outros. A Tabela 13 apresenta a porcentagem do consumo de alguns equipamentos em relação ao total. Pode-se observar que além do chuveiro, a geladeira apresenta uma porcentagem elevada de consumo, de acordo com GRAÇA (1990).

Tabela 13 – Consumo mensal de alguns eletrodomésticos na cidade de São Paulo – 1984.

Equipamento	Consumo total (%)	Consumo/residência (kWh)	Residências que possuem (%)
Geladeira	32,0	65	80
Freezer	2,0	75	3
L. incandescente	12,0	24	85
Chuveiro elétrico	37,0	75	81
Acumulador elétrico	4,0	326	2
TV	7,0	15	91
Ferro elétrico	2,0	4	80
Lava roupa	1,0	5	34

Fonte: (GRAÇA (1990)).

De acordo com GRAÇA (1990), a reação de quem ouve falar de um equipamento com potência média de 3,9 kW que é usado para aquecer água, principalmente no horário da ponta, é de que o equipamento deve ser substituído por outro de menor potência, como o aquecedor acumulador.

Para surpresa, conforme GRAÇA (1990), o aquecedor acumulador tem um impacto ainda maior sobre a curva de carga do que o chuveiro. Os chuveiros permitem o acesso à água quente pela maior parte da população, o que significa que o consumo de eletricidade para esta finalidade se expande e tem um impacto significativo sobre a curva de carga do sistema elétrico, impacto este que tem um alto custo para o setor.

Mas é somente o seu maior poder de penetração que faz com que seu impacto seja maior do que o do aquecedor acumulador sobre o sistema elétrico. Se houver um número igual de equipamentos, é vantajoso para o setor produtor de energia elétrica que sejam chuveiros, porque, tanto do ponto de vista da curva de carga quanto do

consumo de energia, o chuveiro é melhor para o sistema elétrico, como pode ser visto na Figura 23.

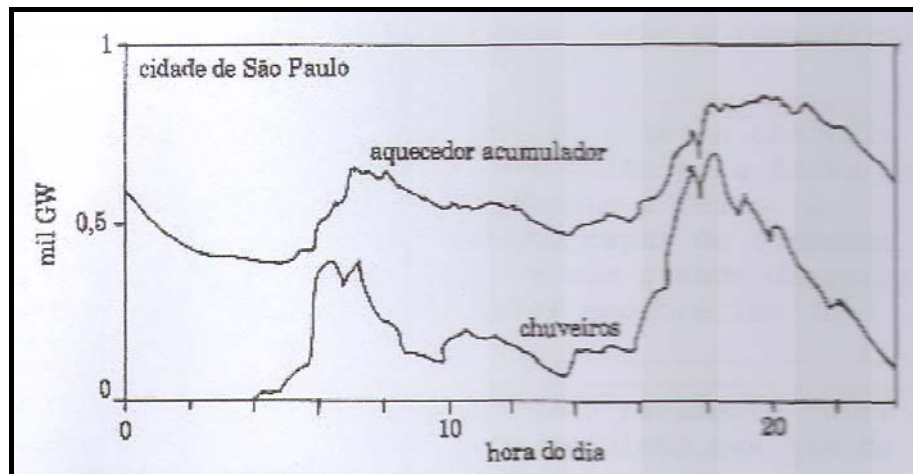


Figura 23 – Comparação entre curvas de demanda diária entre chuveiros de 4,5 kW e aquecedores acumuladores de 1,5 kW (GRAÇA (1990) apud GRAÇA E BARGHINI (1985 p.132)).

No gráfico da Figura 23 os chuveiros, com consumo médio mensal de 75 kWh no inverno, foram comparados com aquecedores elétricos usados na Europa que são mais eficientes do que os empregados no Brasil. Os equipamentos europeus têm um consumo mensal em torno de 200 kWh, para um padrão de uso igual ao dos chuveiros nas condições existentes na cidade de São Paulo (4,2 pessoas por residência, com 1,2 banhos por dia por pessoa e duração do banho de 6 minutos), contra 326 kWh verificados, em média, nos quase 50 mil aquecedores acumuladores existentes na cidade (GRAÇA (1990)).

A vantagem dos chuveiros é primordialmente econômica, seja do ponto de vista monetário, seja do ponto de vista do consumo elétrico.

No caso dos equipamentos acumuladores, a vantagem é de conforto térmico e volume de água quente disponível, mas, principalmente, seu uso permite o controle horo-sazonal, o que melhoraria o fator de carga do sistema como um todo, o que não é possível com o chuveiro.

Segundo GRAÇA (1990): “a única conclusão possível é que o chuveiro é realmente um herói visto como vilão pela falta de profundidade com que o julgamento é feito. O

chuveiro é o único equipamento capaz de fornecer água quente de forma barata e sem grande dispêndio de energia para a grande massa empobrecida do terceiro mundo. No entanto, seu uso generalizado realmente onera o sistema elétrico e este é um problema que tem de ser enfrentado. Uma possível solução é o uso do gás para aquecimento de água, visto que este equipamento, apesar de bem mais caro que o chuveiro elétrico, é mais barato do que o aquecedor acumulador elétrico e exige um mínimo de obras civis para sua instalação”.

7 ESTIMATIVA DA PARTICIPAÇÃO DO CHUVEIRO NO CONSUMO DE ENERGIA DOMÉSTICO

7.1 Variáveis e definição de valores padrão

A análise de variáveis, tais como temperaturas ambiente por região e posse de aparelhos é de extrema importância para os cálculos associados à utilização do equipamento. Embora exista uma variedade de modelos e marcas a sua utilização é, de certa forma, padronizada.

De acordo com pesquisas realizadas junto ao consumidor (PROCEL (2000)), em uma residência o chuveiro elétrico fica, em média, ligado 35 minutos por dia e atende 4,2 pessoas. Isso representa uma média do tempo de banho de 8,333 minutos por pessoa.

Considerando-se banhos individuais e observando que os dados com valor médio tem uma margem de erro, para simplificação é utilizado o valor de 8 minutos como tempo médio de banho por pessoa. Este valor do tempo também é empregado para cálculos de consumo máximo e mínimo do chuveiro na norma 12483/92 da ABNT.

A temperatura média é outro fator importante a ser considerado. A Tabela 14 apresenta a temperatura média para cada região, com base no cálculo das temperaturas médias, obtidas no INMET, dos meses de fevereiro (verão) e agosto (inverno) de 2004.

Tabela 14 – Temperatura média considerada para cada região, com base no cálculo das temperaturas médias dos meses de fevereiro de 2004 (verão) e agosto (inverno) de cidades convenientemente escolhidas.

Região	Temperatura verão (°C)	Temperatura inverno (°C)
Sul	21,9	15,4
Sudeste	23,5	19,6
Nordeste	26,1	24,6
Norte	28,6	26,5
Centro Oeste	24,6	22,6

7.2 Cálculo da potência do chuveiro elétrico por região

A sazonalidade é considerada para o cálculo da potência média, por região, sendo o ano dividido em duas estações, inverno e verão.

Nos cálculos considera-se a potência mínima necessária para elevar a temperatura média da água até a temperatura de 38° C, com uma vazão (mínima) de 3 l/min, segundo o preconizado na Norma NBR 12483/92 da ABNT

Por meio da equação 1 (MATAJS (1997)), pode-se determinar as potências mínimas necessárias dos chuveiros elétricos, por região do país. A Tabela 15 apresenta os resultados obtidos.

$$m = \frac{P}{4,18.0,93.\Delta t} \text{ ou } P = 4,18.0,93.m. \Delta t, \quad [\text{equação 1}]$$

onde:

m = vazão de água aquecida (l/s) – no caso 3 l/min = 0,05 l/s;

P = potência da resistência do chuveiro elétrico em kW;

4,18 = equivalente em Joule para uma caloria;

0,93 = rendimento do chuveiro elétrico;

Δt = diferença de temperatura entre a água “fria” e a água do banho.

Tabela 15 – Potência mínima necessária para elevar a temperatura da água.

Regiões	Inverno			Verão		
	T inverno	Δt	P (kW)	T verão	Δt	P (kW)
Sul	15,4	22,6	4,72	21,9	16,1	3,36
Sudeste	19,6	18,4	3,85	23,5	14,5	3,03
Nordeste	24,6	13,4	2,80	26,1	11,9	2,49
Norte	26,5	11,5	2,40	28,6	9,4	1,96
Centro-Oeste	22,6	15,4	3,22	24,6	13,4	2,80

Considerando a potência mínima média, por região, como sendo a médias entre as potências de inverno e verão, a Tabela 16 apresenta estes resultados.

Tabela 16 – Potências mínimas médias, por região.

Regiões	Potências (kW)		
	P inverno	P verão	P média
Sul	4,72	3,36	4,01
Sudeste	3,85	3,03	3,44
Nordeste	2,80	2,49	2,64
Norte	2,40	1,96	2,18
Centro-Oeste	3,22	2,80	3,01

Em termos gerais, a potência média relativa ao inverno, considerando as potências médias mínimas por região (Tabela 16) e a respectiva porcentagem de aparelhos (Tabela 9 da página 54) é:

$$P_{\text{média inverno}} = 4,72 \cdot 0,235 + 3,85 \cdot 0,61 + 2,80 \cdot 0,045 + 2,40 \cdot 0,004 + 3,22 \cdot 0,065 \Rightarrow$$

$$1,109 + 2,506 + 0,126 + 0,010 + 0,208 \Rightarrow P_{\text{média inverno}} = 3,96 \text{ kW}$$

A Potência média relativa ao verão, considerando as potências médias mínimas por região e a respectiva quantidade de aparelhos é:

$$P_{\text{média verão}} = 3,36 \cdot 0,235 + 3,03 \cdot 0,61 + 2,49 \cdot 0,045 + 1,96 \cdot 0,004 + 2,80 \cdot 0,065 \Rightarrow$$

$$0,790 + 1,973 + 0,112 + 0,008 + 0,182 \Rightarrow P_{\text{verão}} = 3,06 \text{ kW}$$

A potência média anual a ser considerada é de

$$(3,96 + 3,06) / 2 \Rightarrow P_{\text{média anual}} = 3,51 \text{ kW}$$

Portanto, a potência média de utilização do chuveiro elétrico no Brasil é de aproximadamente 3.500 W. Deve-se salientar que esta é a potência média para

efeito de cálculos, pois, dependendo da região e condições meteorológicas, potências mais elevadas são necessárias.

7.3 Consumo de energia

Adotando-se a metodologia apresentada por MATAJS (1997), é possível determinar o consumo médio de energia elétrica associado ao chuveiro elétrico.

Considerando já definidas as seguintes variáveis:

tempo médio de banho $\Rightarrow t_{\text{médio}} = 8 \text{ minutos} = 0,13 \text{ horas}$;

potência média do chuveiro $\Rightarrow P_{\text{média}}$ depende da região (Tabela 16)

número médio de indivíduos por residência $\Rightarrow i_{\text{médio}}$ pessoas depende da região (Tabela 17)

Tabela 17 – Média regional de morador por residência.

Região	Habitantes por residência
Norte	5,4
Nordeste	4,9
Sudeste	4,2
Sul	3,9
Centro-oeste	4,2
Brasil	4,2

Fonte: (PROCEL (2000)).

e definindo-se os seguintes dados (MATAJS, 1997):

número de dias / mês $\Rightarrow n_{\text{dias}} = 30$;

número de banhos / dia / morador $\Rightarrow b_{\text{médio}} = 0,946$ (Tabela 18)

Analisando a Tabela 18, nota-se que o chuveiro elétrico é usado de segunda a sexta feira com uma freqüência de 95,9% e no fim de semana (sábado e domingo), sua freqüência diminui para 91,2%. Fazendo-se a média ponderada obtém-se o valor de 94,6% de utilização.

Tabela 18 – Freqüência semanal de utilização do chuveiro elétrico.

Dias da semana					Fim de semana		
um	dois	três	quatro	cinco	nenhum	um	dois
0,5 %	0,7 %	2,3 %	0,6 %	95,9 %	3,4 %	4,5 %	91,2 %

Fonte: (MATAJS (1997)).

O consumo mensal de energia devido ao chuveiro elétrico, por residência, é

$$C_{\text{residência}} = i_{\text{médio}} \times b_{\text{médio}} \times n_{\text{dias}} \times P_{\text{média}} \times t_{\text{médio}}$$

$$C_{\text{residência}} = 5,4 \times 0,946 \times 30 \times 2.180 \times 0,13 = 43,43 \text{ kWh / mês (região Norte)}$$

$$C_{\text{residência}} = 4,9 \times 0,946 \times 30 \times 2.640 \times 0,13 = 47,72 \text{ kWh / mês (região Nordeste)}$$

$$C_{\text{residência}} = 4,2 \times 0,946 \times 30 \times 3.440 \times 0,13 = 53,30 \text{ kWh / mês (região Sudeste)}$$

$$C_{\text{residência}} = 3,9 \times 0,946 \times 30 \times 4.000 \times 0,13 = 57,55 \text{ kWh / mês (região Sul)}$$

$$C_{\text{residência}} = 4,2 \times 0,946 \times 30 \times 3.010 \times 0,13 = 46,64 \text{ kWh / mês (região centro oeste)}$$

$$C_{\text{residência}} = 4,2 \times 0,946 \times 30 \times 3.500 \times 0,13 = 54,23 \text{ kWh / mês (Brasil)}$$

A Tabela 19 apresenta um resumo destes valores.

Tabela 19 – Consumo mensal de energia devido ao chuveiro elétrico, por residência.

	Regiões					Brasil
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	C. Oeste	
Consumo médio mensal com chuveiro/residência (kWh)	43,4	47,7	53,3	57,5	46,6	54,2

O número obtido para a região sudeste (53,3 kWh/mês) está próximo do consumo médio de 48 kWh/mês, obtido em um conjunto da COHAB, na cidade de São Paulo, e apresentado por PRADO e GONÇALVES em 1998.

7.4 Impacto do chuveiro nas contas residenciais

De acordo com a Tabela 6 da página 49 e com os consumos residenciais calculados no item 7.3. pode-se calcular a porcentagem média da incidência do consumo do chuveiro elétrico em relação ao consumo médio residencial, no ano de 2001 (antes do racionamento). Os resultados são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Porcentagem média da incidência do consumo do chuveiro elétrico em relação ao consumo médio residencial, no ano de 2001.

	Regiões					Brasil
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	C. Oeste	
Consumo médio mensal total/residência (kWh)	183	113	199	174	199	173
Consumo médio mensal com chuveiro/residência (kWh)	43	47	53	57	46	54
% da incidência do chuveiro no consumo residencial	23,5	41,6	26,6	32,8	23,1	31,2

Não estão sendo calculadas as porcentagens do impacto no ano de 2003, após o racionamento, pois os hábitos foram modificados e sua quantificação é imprecisa. Contudo, é feito um prognóstico do impacto para o ano 2010 (apresentado na Tabela 21), com base em curvas de consumo médio por consumidor residencial e projeção do consumo médio por consumidor residencial (Figuras 24 a 29) que empregam dados obtidos nos Planos decenais de expansão de 1999/2008 e 2003/2012 (MME 2003) e no Balanço energético nacional (MME 2001).

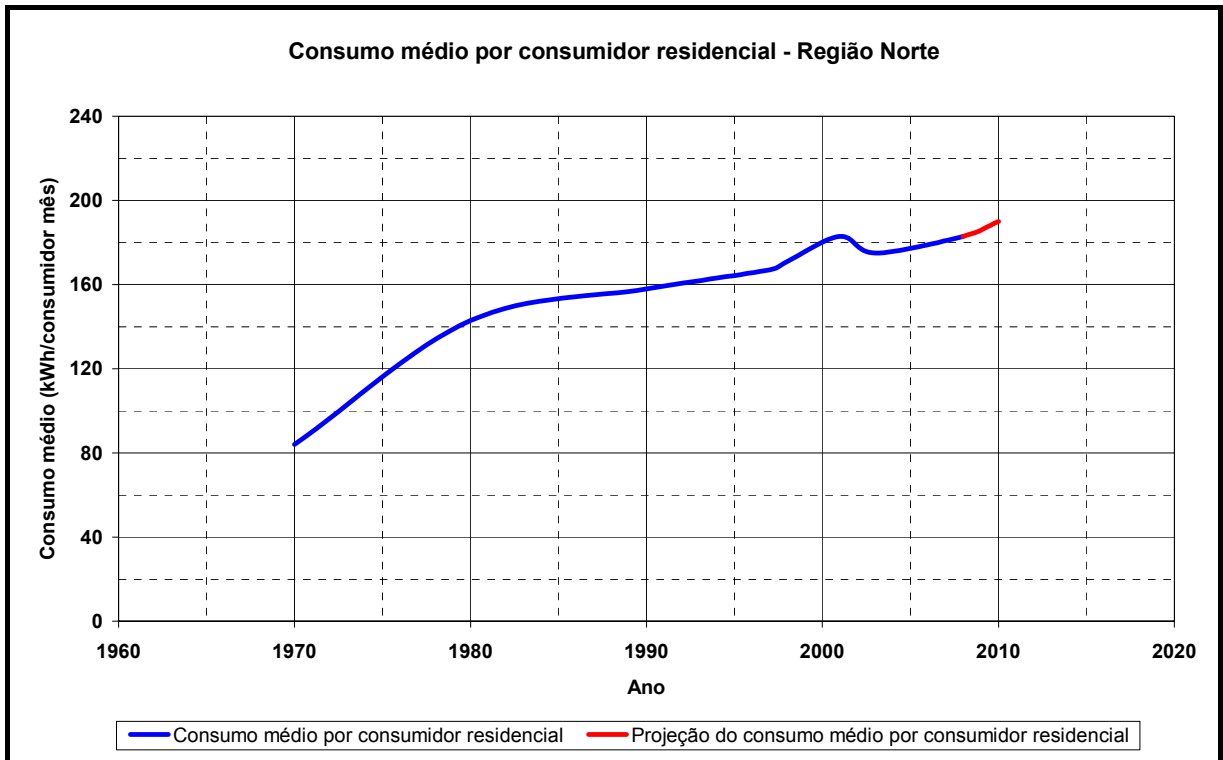


Figura 24 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Norte.

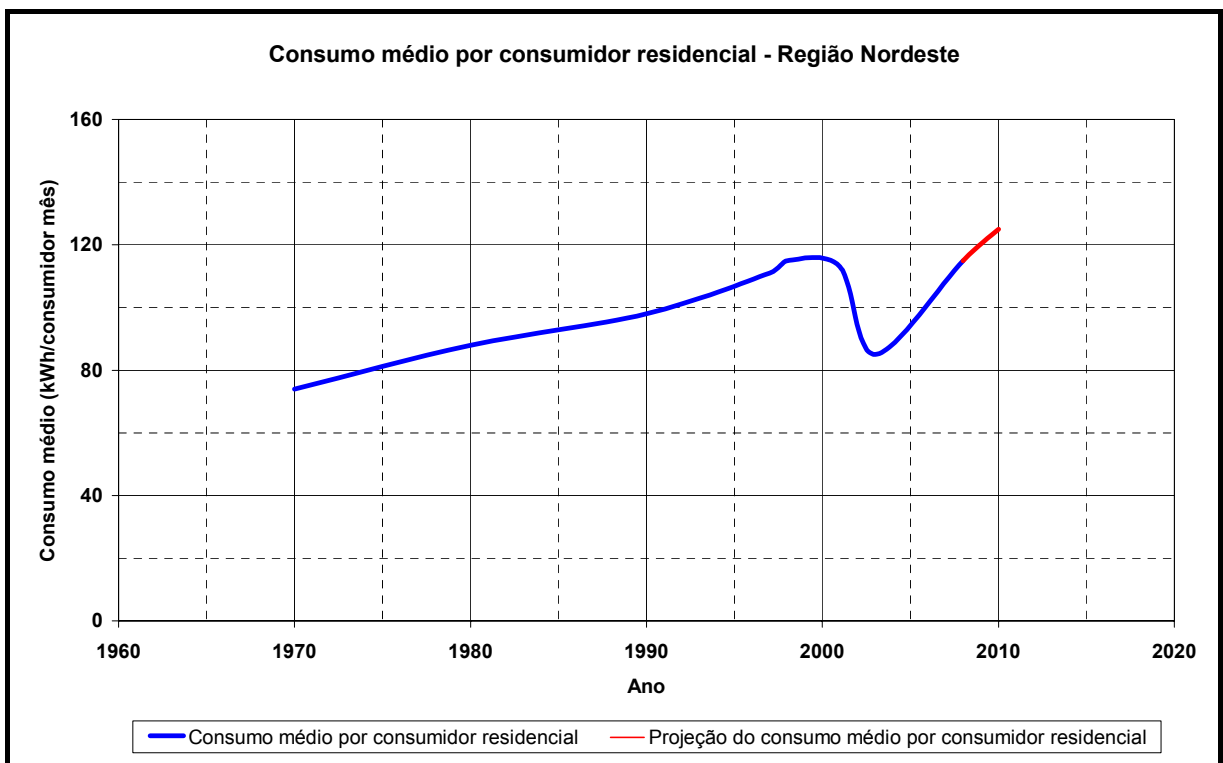


Figura 25 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Nordeste.

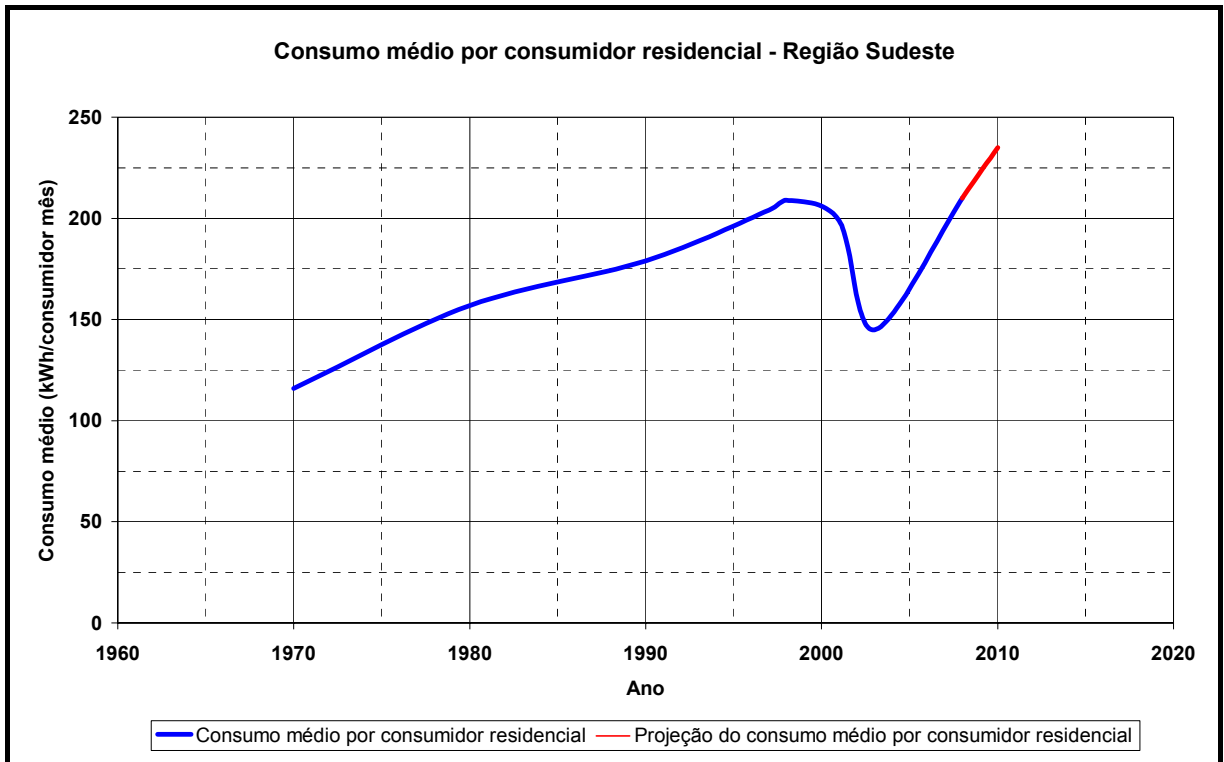


Figura 26 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Sudeste.

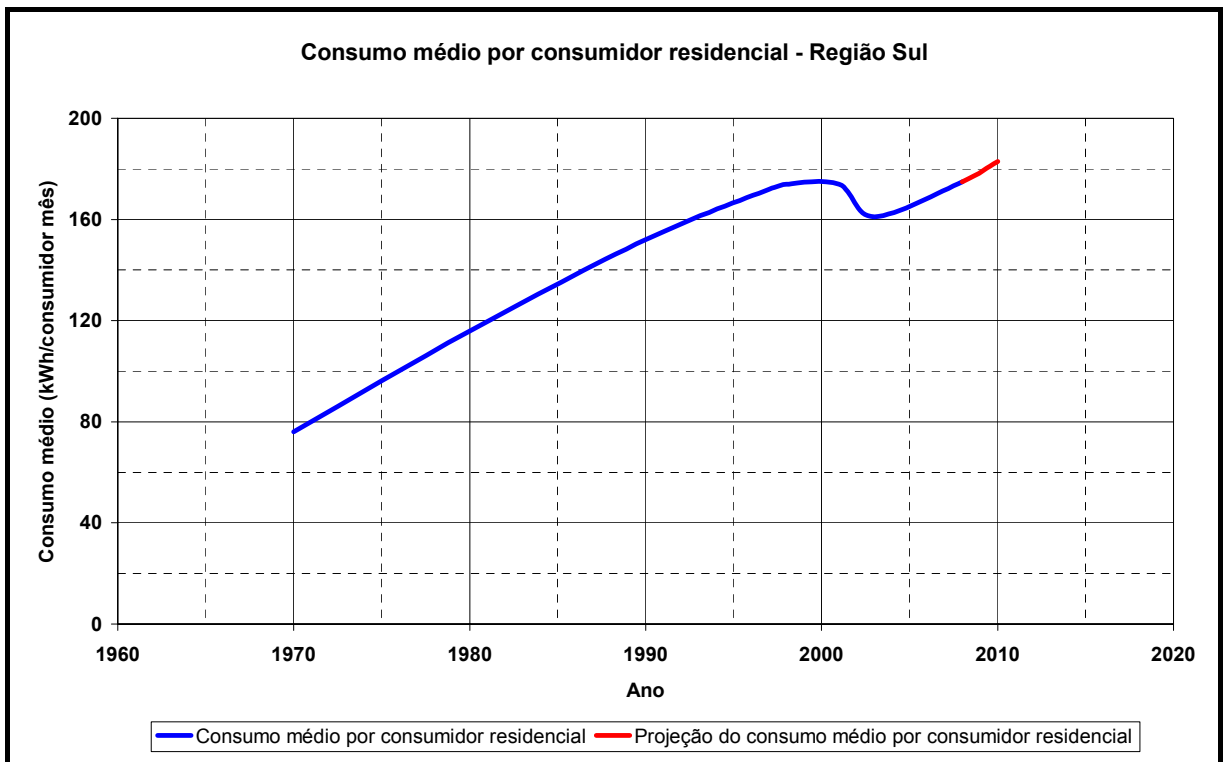


Figura 27 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Região Sul.

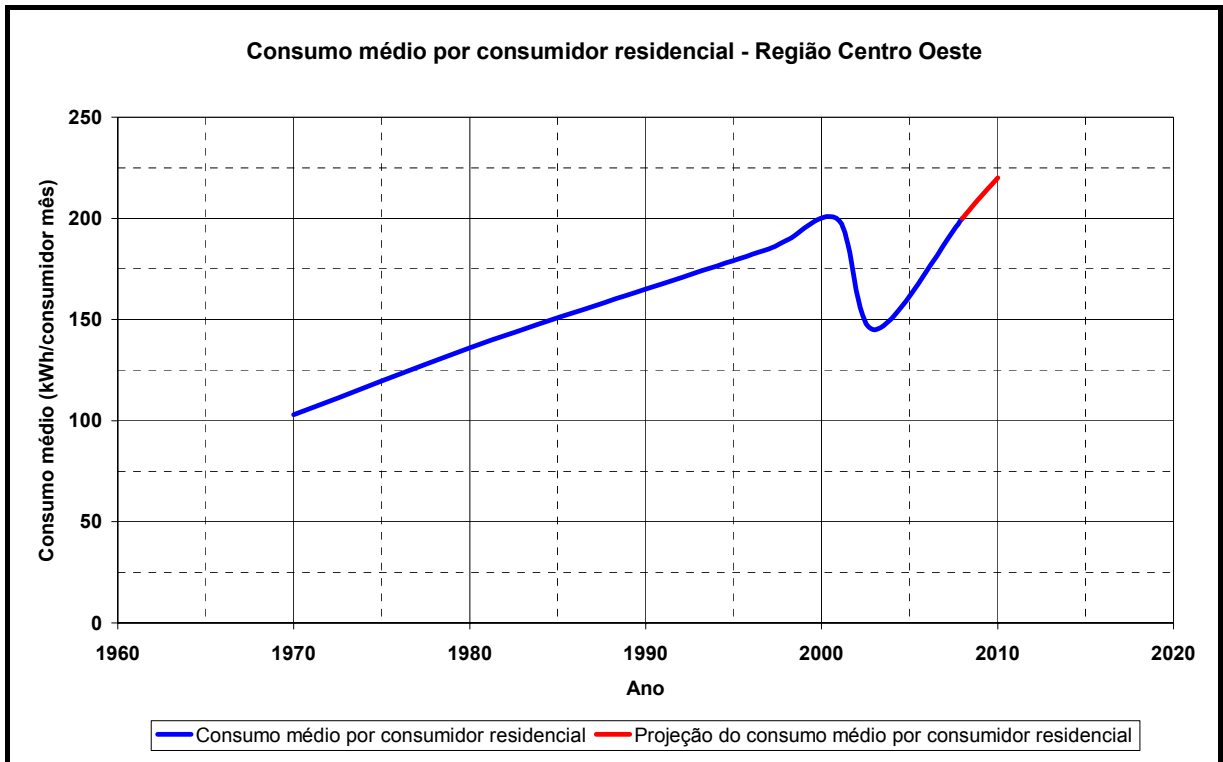


Figura 28 – Curvas de consumo médio por consumidor residencial e tendência e projeção – Região Centro Oeste.

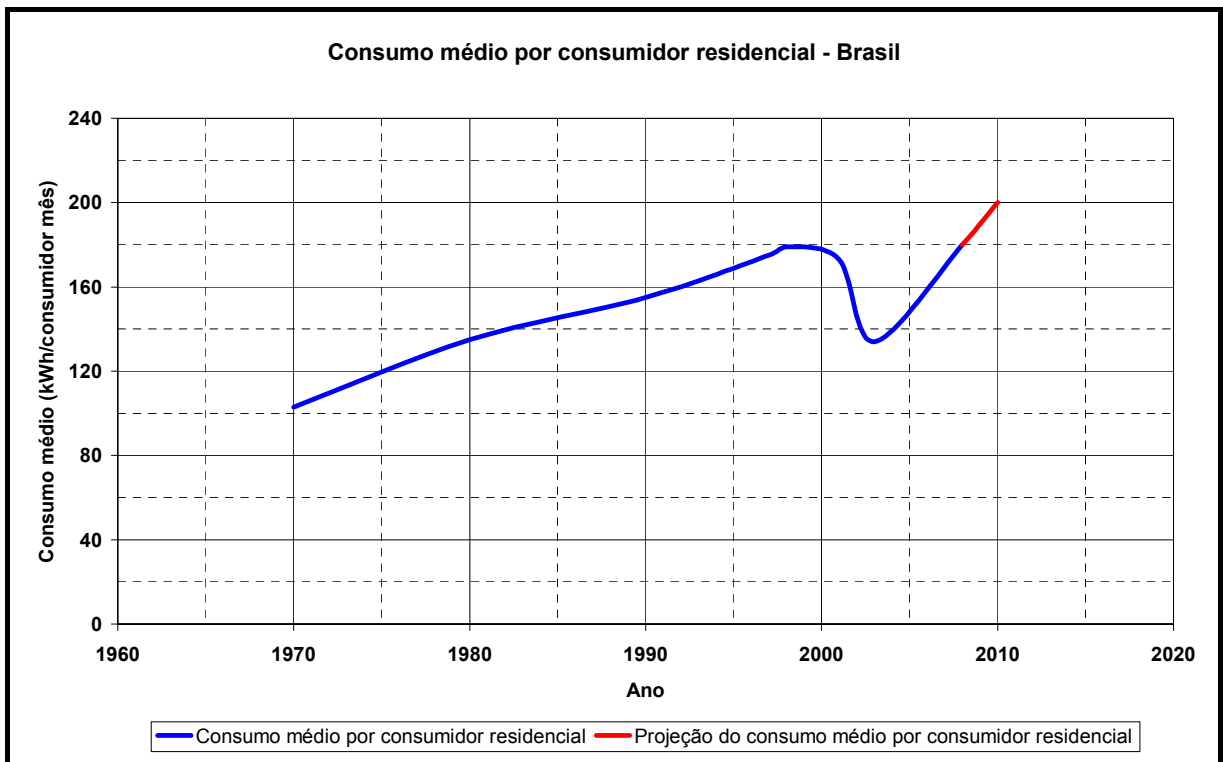


Figura 29 – Curva de consumo médio por consumidor residencial e projeção – Brasil.

Tabela 21 – Porcentagem média da incidência do consumo do chuveiro elétrico em relação ao consumo médio residencial, no ano de 2010.

	Regiões					Brasil
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	C. Oeste	
Consumo médio mensal total/residência (kWh)	180	120	227	175	210	190
Consumo médio mensal com chuveiro/residência (kWh)	43	47	53	57	46	54
% da incidência do chuveiro no consumo residencial	23,9	39,2	23,4	32,6	22,0	28,4

Obs: Conforme comentário do Plano decenal de expansão de 2003/2012 (MME 2003), as premissas compreendem, dentre outros aspectos, a recuperação do consumo médio afetado pelo racionamento.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à necessidade de higiene corporal e a prevenção de doenças, o hábito do banho foi incorporado aos costumes da sociedade moderna.

De acordo com DE MARCHI pode-se dizer, sem grande risco de se cometer injustiças, que o chuveiro elétrico foi inventado no Brasil no início do século XX, no estado do Rio de Janeiro, e visava contornar deficiências específicas das instalações prediais de nosso País. A gênese do chuveiro elétrico deve-se ao tipo de matriz energética no Brasil: a eletricidade proveniente, principalmente, de hidrelétricas e ao custo elevado das demais alternativas de se obter água aquecida nos domicílios.

Atualmente o chuveiro elétrico é um equipamento amplamente empregado por toda sociedade brasileira devido à existência de modelos de preço muito baixo e simplicidade na operação, manutenção e instalação. Pode-se dizer que ele é o grande democratizador do uso da água quente na população brasileira.

Segundo pesquisa realizada pelo PROCEL, em 1996, o chuveiro elétrico está presente em 67,6% das residências, ou seja, 32,4% não possuem sistema de aquecimento (comum nas regiões Norte e Nordeste) ou possuem outros tipos de sistema de aquecimento. Portanto, o chuveiro elétrico é o sistema de aquecimento de água mais utilizado para aquecimento de água para banho, no Brasil.

Quanto ao impacto que o chuveiro tem nas contas de energia, o valor médio obtido, considerando todas as regiões (Brasil), é de 31,2 %, superior ao obtido por GELLER (1991), que foi de 26 % e ao apresentado em 1995 para o Estado de São Paulo por MATAJS (1997), que foi de 28 %. Ainda comparando com o dado apresentado para o Estado de São Paulo, a incidência nas contas da região Sudeste foi de 26,6 %, inferior ao valor aproximado de 28 % apresentado por MATAJS (1997).

Fazendo uma comparação com base em dados obtidos junto ao MME, pode-se observar que mesmo com a expansão das redes elétricas e o conseqüentemente atendimento de mais domicílios, a porcentagem da incidência do chuveiro elétrico nas contas, em termos de Brasil, para 2010 (28,4 %) é inferior à porcentagem da incidência de 2001 (31,2 %). Tal fato está relacionado, provavelmente, à mudança de hábitos no consumo e à baixa expansão do atendimento nas regiões sul e

sudeste, mais populosas, pois estas já possuíam, segundo MME (2003), alta taxa de eletrificação.

Nas regiões Centro Oeste, Norte e Nordeste, onde a expansão do atendimento deve ser maior, o peso do chuveiro elétrico não sofre muita alteração, provavelmente, devido ao clima que demanda chuveiros de menor potência.

De acordo com os dados do The World Market Intelligence (2004), e através da análise das Tabelas 10 e 11 da página 54 pode-se observar que no ano de 1999 a produção de chuveiros elétricos foi de 8.120.400 unidades para um mercado de 24.975.496 unidades. Portanto, a porcentagem aproximada de reposição e expansão de mercado foi de 32,5 %.

Os chuveiros permitem o acesso à água quente para a maior parte da população e conseqüentemente tem um impacto significativo sobre a curva de carga do sistema elétrico, impacto este que tem alto custo para o setor de distribuição de energia elétrica. É conveniente que estudos para atenuar o impacto na curva de carga, tal como tarifas diferenciadas, viabilizem a implantação de novas regras.

É conveniente, também, o estudo de um sistema misto tal como o aquecimento solar e o chuveiro elétrico. Este sistema pode, eventualmente, permitir o uso de chuveiros de menor potência, o que beneficiaria não somente o consumidor final, com uma redução na conta de energia elétrica, como também as empresas de distribuição de energia elétrica que teriam redes de distribuição menos onerosas.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROUCA, M. C. **Análise da demanda de energia no setor residencial no Brasil.** Rio de Janeiro, R.J.: Dissertação de mestrado da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982, 76 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004, 209 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 7198 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente.** Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993, 6 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 10674 – Aparelhos elétricos de aquecimento de água não instantâneo de uso doméstico e similar – Requisitos de segurança.** Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989, 54 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 12089 – Chuveiros elétricos – Determinação do consumo de energia elétrica.** Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1991, 3 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 12483 – Chuveiros elétricos.** Rio de Janeiro, R.J.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992, 3 p.

BEZERRA, A. M. **Aplicações Térmicas da Energia Solar.** João Pessoa, P.B.: Editora Universitária – Universidade Federal da Paraíba, 1979.

BSRIA **Worldwide Market Intelligence – The World Market for Heating.** Berkshire, United Kingdom, 2004.

CUMULUS, **Manual de Uso e Instalação – Aquecedores Instantâneos a Gás.** 2003.

CUMULUS, **Manual de Uso e Instalação – Aquecedores a Gás de Acumulação a Gás.** 2003.

FERRARI, E. L. **Utilização de curvas de carga de consumidores residenciais medidas para determinação de diversidade da carga e carregamento de transformadores de distribuição.** São Paulo, S.P.: Dissertação de mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996, 148 p.

FERREIRA, M. M. F. **Custos associados à utilização do chuveiro elétrico.** São Paulo, S.P.: Projeto de formatura do departamento de engenharia de energia e automação elétrica da Universidade de São Paulo, 2004, 103 p.

FUNDAÇÃO PATRIMÔNIO HISTÓRICO DA ENERGIA DE SÃO PAULO **História, Energia e Cotidiano,** Itú, S.P.: 1999, 46 p.

GARCIA, A. R.; FERRO, C. A. e PICCOLO, D. **Banheiros evolução e propostas.** São Paulo, S.P.: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 19XX, 12 p.

GELLER, H. **Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brazil.** Washington D.C., U.S.A. American Council for an Energy Efficient Economy, 1991, 164 p.

GRAÇA, G. M. G. **A conservação de energia elétrica e o terceiro mundo.** Revista Brasileira de Energia, vol 1, nº 1, 1990, p 1 a 36.

HYDROSHOP AQUECIMENTO SOLAR E INSTALAÇÕES. **Catálogo,** 2003.

ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M. e KAVASSAKI, Y. **Sistemas prediais de água quente – TT/PCC 09.** São Paulo, S.P.: Texto Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, 1994, 69 p.

LANDI, F. R. **A evolução histórica das instalações hidráulicas.** São Paulo, S.P.: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, 1993, 64 p.

MATAJS, R. R. **Demanda, consumo e custo das alternativas ao chuveiro elétrico: O exemplo do estado de São Paulo.** São Paulo, S.P.: Dissertação de mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997, 156 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME **Balço energético nacional**. Brasília, D.F.: Secretaria de energia – SEM, Coordenação geral de informações energéticas – CGIE – Biblioteca do MME, 2001, 140 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME **Plano decenal de expansão 1999/2008**. Rio de Janeiro, RJ.: Eletrobrás – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS – Biblioteca do MME, 1999, 288 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME **Plano decenal de expansão 2003/2012**. Rio de Janeiro, RJ.: Eletrobrás – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS – Biblioteca do MME, 2002, 778 p.

PRADO, R. T. A. e GONÇALVES, O. M. **Water heating through electric shower and energy demand**. Berkeley, Califórnia, U.S.A.: Energy and buildings – An International Journal of Research Applied to Energy Efficiency in Built Environment – University of California, 1998, p. 77 - 82.

PRADO, R. T. A. e GONÇALVES, O. M. **Demanda de energia elétrica e seu controle em edificações residenciais**. São Paulo, S.P.: Produção científica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, 10 p.

TECNOSOL AQUECEDORES E HIDRÁULICA LTDA. **Catálogo**, 2003.

Pesquisa Internet

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br> acesso em 2003, 2004 e 2005.

BOTEGA ELETRÔNICA LTDA. Disponível em <http://botega.com.br>, acesso em 2005.

CARDAL ELETRO METALÚRGICA LTDA. Disponível em <http://cardal.com.br>, acesso em 2003, 2004 e 2005.

CUMULUS. Disponível em <http://cumulus.com.br>, acesso em 2004 e 2005

DUCHAS CORONA LTDA. Disponível em <http://corona.com.br>, acesso em 2004 e 2005.

ELETRO ZAGONEL LTDA. Disponível em <http://zagonel.com.br>, acesso em 2005.

FAME FÁBRICA DE APARELHOS E MATERIAL ELÉTRICO LTDA. Disponível em <http://fame.com.br>, acesso em 2003, 2004 e 2005.

FUNDAÇÃO PATRIMÔNIO HISTÓRICO DA ENERGIA DE SÃO PAULO – MUSEU DA ENERGIA – Disponível em <http://www.museudaenergia.org.br> acesso em 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso em 2004 e 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>, acesso em 2004 e 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DA QUALIDADE. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br>, acesso em 2004 e 2005.

LORENZETTI S.A. INDÚSTRIAS BRASILEIRAS ELETROMETALÚRGICAS. Disponível em <http://lorenzetti.com.br>, acesso em 2003, 2004 e 2005.

LOUSANO INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA. Disponível em <http://lousano.com.br>, acesso em 2004 e 2005.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Disponível em <http://www.mme.gov.br>, acesso em 2003, 2004 e 2005.

PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em <http://eletrobras.gov.br>, acesso em 2004 e 2005.

SINTEX INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS LTDA. Disponível em <http://www.sintex.com.br>, acesso em 2005.

Entrevistas

AGM Projetos de Engenharia – Entrevista em 2004.

Hunter Pelton Engenharia – Entrevista em 2005.

Interplanus Engenharia – Entrevista em 2005.

Ítalo M. de Marchi – Engenheiro e estudioso que trabalha com patentes de chuveiro elétrico desde a década de 1970. Entrevistado ao longo de 2004.

Jacques Soares Toutain – Engenheiro da FAME Fábrica de Aparelhos e Material Elétrico LTDA, entrevistado em 2004.

M. R. Engenharia – Entrevista em 2004.

PHE Projeto Hidráulico e Elétrico – Entrevista em 2004.

Prolux Engenharia – Entrevista em 2004.

SKK Engenharia – Entrevista em 2004.

Tecnotema Engenharia – Entrevista em 2004.

TESIS Engenharia de Sistemas Ltda. – Entrevista em 2005.

Anexo 1

**Produtos disponibilizados pelos fabricantes de chuveiros
(INMETRO 2005)**

Tabela Anexo 1-1 – Chuveiros Cardal

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Ducha 5	Standard	127	5.500	24,2
		220	5.200	23,6
		220	6.500	29,2
	Compacta BR	127	5.500	24,2
		220	5.200	23,6
		220	6.500	29,2
	Compacta CR	127	5.500	24,2
		220	6.500	29,2
	Luxo	127	5.500	24,2
		220	7.600	33,8
	Super luxo BD	127	5.500	24,2
		220	7.600	33,8
	Super luxo CD	127	5.500	24,2
		220	7.600	33,8
	Super luxo OD	127	5.500	24,2
		220	7.600	33,8
Super luxo DO	127	5.500	24,2	
	220	7.600	33,8	
Super luxo AC	127	5.500	24,2	
	220	7.600	33,8	
Ducha Clássica	Clássica BR	127	5.500	24,9
		220	7.600	33,1
	Clássica CR	127	5.500	24,9
		220	7.600	33,1
	Clássica com desviador BR	127	5.500	24,1
		220	7.600	33,6
Clássica com desviador CR	127	5.500	24,1	
	220	7.600	33,6	
Ducha eletrônica	Eletrônica blindada	220	6.500	27,9
		220	7.800	34,6

Tabela Anexo 1-2 – Corona

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Ducha SS	Ducha SS	127	4.400	21,0
		220	5.200	24,0
		220	5.400	25,5
		127	4.400	20,8
		220	5.350	24,2
		220	5.400	25,3
Corona II	Jato obediente 4T	127	5.400	25,4
		220	6.500	30,1
	Corona II 4T	127	5.400	25,4
		220	5.400	23,7
Gorducha	Gorducha	127	5.400	25,2
		220	5.400	24,3
	Gorducha light	127	4.000	19,0
		220	4.000	19,1
4 estações	4 estações	127	5.500	25,1
		220	6.500	28,0
Banho total	Banho total	127	5.500	24,8
		220	6.500	28,0
Mega banho	Mega banho	127	5.500	25,8
		220	7.500	32,3
	Mega banho pressurizado	127	5.500	23,5
		220	7.500	32,3
	Mega banho timer	127	5.500	25,8
		220	7.500	32,3

Tabela Anexo 1-3 – Botega

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Ducha eletrônica	Thermo System	127	5.000	21,9
		220	6.500	26,9

Tabela Anexo 1-4 – Lousano

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Ducha Forte	Forte	127	4.400	19,9
		127	5.400	25,9
		220	4.400	21,3
		220	5.400	25,3
	Stilo	127	4.400	20,0
		127	5.400	24,5
		220	4.400	21,1
		220	5.400	24,2

Tabela Anexo 1-5 – Zagonel

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Ducha	Master	127	5.200	21,6
		220	6.600	29,2

Tabela Anexo 1-6 – Sintex

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Super ducha	Super ducha	127	4.400	20,8
		220	4.400	18,8
	Elite	127	5.000	22,3
		220	5.000	22,0
Top banho	Top banho	127	4.400	18,6
		127	5.400	23,7
		220	4.400	19,6
		220	5.400	25,0
Ducha eletrônica	Eletrônica	127	5.400	25,3
		220	6.500	27,6

Tabela Anexo 1-7 – Fame

Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Banho máximo eletrônico	127	5.400	22,0
	220	7.000	30,0
Banho máximo eletrônico (cromado)	127	5.400	22,0
	220	7.000	30,0
Banho máximo eletrônico com pressurizador	127	5.400	22,0
	220	7.000	30,0
Banho máximo eletrônico com pressurizador (cromado)	127	5.400	22,0
	220	7.000	30,0
Banho Nosso	127	3.000	13,0
	127	4.000	16,0
	127	4.600	19,0
	127	5.000	20,0
	220	3.000	14,0
	220	4.000	17,0
	220	4.800	20,0
Ducha JD	220	5.400	23,0
	127	3.000	13,0
	127	4.600	22,0
	127	5.000	22,0
	220	3.000	14,0
	220	4.800	22,0
KIBANHO	220	5.400	23,0
	127	3.000	12,0
	127	4.600	20,0
	127	5.000	22,0
	220	3.000	14,0
	220	4.000	17,0
	220	4.800	21,0
Super Ducha	220	5.200	20,0
	127	3.000	12,0
	127	4.600	20,0
	127	5.200	22,0
	220	3.000	14,0
	220	4.800	22,0
Ducha Millennium	220	5.400	24,0
	127	5.400	22,0
Tradicional	220	7.000	30,0
	127	3.500	16,0
	127	4.600	19,3
	127	5.000	22,0
	220	3.500	15,0
	220	4.800	21,0
	220	5.500	24,0

Tabela Anexo 1-8 – Lorenzetti

Família	Modelo	Tensão (V)	Potência (W)	Elevação máxima de temperatura (° C)
Eletrônicos	Jet Master Multitemperaturas	127	5.400	24,5
		220	7.500	33,6
	Jet Turbo Multitemperaturas	127	5.400	25,2
		220	7.500	35,4
	Ducha Blindada Jet Turbo	220	7.500	35,7
		Ducha Blindada Jet Master	220	7.500
Blinducha	127	5.000	33,0	
	220	7.500	34,1	
3 Temperaturas	Relax	127	4.400	20,6
		127	5.400	23,9
		220	4.400	22,7
		220	5.400	25,0
	Maxi Banho	127	3.200	14,8
		127	4.400	18,9
		127	5.400	23,2
		220	3.200	15,7
		220	4.400	19,0
		220	5.400	23,2
	Bello Banho	127	4.400	20,9
		127	5.400	25,9
		220	4.400	21,0
		220	5.400	25,8
4 Temperaturas	Lorenducha	127	4.400	21,0
		127	5.400	25,9
		220	5.400	25,7
		220	6.400	30,5
	Super Banho	127	5.465	23,2
		220	6.465	27,3
	Jet Set 4	127	4.400	19,2
		127	5.400	23,7
		220	5.400	23,4
		220	6.400	27,2
	Tradição	127	4.400	18,4
		127	5.400	23,4
		220	5.400	23,6
		220	6.400	27,1
	Jet Master 4 temperaturas	127	5.400	25,3
		220	7.500	35,4
Jet Turbo 4 x 4 Temperaturas	127	5.400	25,1	
	220	7.500	36,4	