UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP - FEA - IEE - IF

JOSÉ CARLOS SARAIVA

CUSTO DAS OPÇÕES PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM SÃO PAULO – CDHU.

SÃO PAULO
2012

JOSÉ CARLOS SARAIVA

CUSTO DAS OPÇÕES PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM SÃO PAULO – CDHU.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica /Faculdade de Economia e Administração/ Instituto de Eletrotécnica e Energia /Instituto de Fisíca), para a obtenção do título de Mestre em Energia.

Área: Energia, Sociedade e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá

Versão Corrigida

(versão original disponível na Biblioteca da Universidade que aloja o Programa e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP).

SÃO PAULO

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Saraiva, José Carlos

Custo das opções para o aquecimento de água na habitação de interesse social em São Paulo – CDHU. / José Carlos Saraiva; Orientador: Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá – São Paulo, 2012.

94 f.: il.; 30cm.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

1. Infraestrutura em instalações 2. Aquecimento de água solar, elétrico e gás 3. Sistemas prediais 4. Fatores condicionantes 5 Gás natural I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP - FEA - IEE - IF

JOSÉ CARLOS SARAIVA

CUSTO DAS OPÇÕES PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM SÃO PAULO – CDHU.

Dissertação defendida e aprovada pela comissão julgadora

Mestre em Energia

Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá – PPGE/USP

Orientador e Presidente da Comissão Julgadora

Professor Dr. Edmilson Moutinho dos Santos – PPGE/USP

Prof. Dr. Douglas Barreto – UFSCAR

EPÍGRAFE

“Curiosidade, criatividade, disciplina e especialmente paixão são algumas exigências para o desenvolvimento de um trabalho criterioso, baseado no confronto permanente entre o desejo e a realidade”.

Mirian Goldenberg

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos, Pai e as pessoas que direta ou indiretamente me apoiaram ao longo do período de elaboração desta dissertação com admiração, compreensão, carinho, amor, presença, gratidão e incansável apoio.

Frases que refletiram e marcaram os momentos vividos no desenvolvimento deste:

"A primeira condição para se realizar alguma coisa é não querer fazer tudo ao mesmo tempo."
TRISTÃO DE ATAÍDE

"Otimismo é esperar pelo melhor.
Confiança é saber lidar com o pior."
ROBERTO SIMONSEN

"Numa época de mudanças drásticas, os que estudaram é que herdarão o futuro."
ERIC HOFFER

"Você nunca enfrentará um problema que não esteja carregado de oportunidades."
H. JACKSON BROWN

"Quando a porta da felicidade se fecha, outra se abre, mas normalmente olhamos tão intensamente para a porta fechada que não vemos a outra que se abriu para nós."
HELEN ADAMOS KELLER

"A diferença entre o possível e o impossível está na vontade humana"
PASTEUR

"Com a fé em Deus e amigos verdadeiros, conseguimos forças para a realização dos novos desafios e atingir os objetivos com alegria e satisfação."
JOSÉ CARLOS SARAIVA

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo, professor Murilo Tadeu Werneck Fagá, ao qual sou muito grato por ter me incentivado e apoiado no desenvolvimento deste trabalho, onde como professor foi um excelente profissional e muito contribuiu para ampliar meus conhecimentos técnicos, mas não poderia deixar de ressaltar também o magnífico orientador que me ajudou nos momentos difíceis e conturbados no desenvolvimento da minha dissertação, incentivando, orientando, discutindo a melhor forma para a construção da mesma. Como pessoa, amigo, companheiro nem se fala, demonstrou existirem pessoas maravilhosas e dispostas a contribuir para o crescimento e ascensão dos colegas, por isso não posso deixar de reconhecer o esforço e respeito como valores absorvidos e praticados diariamente no convívio com o professor Murilo Tadeu Werneck Fagá.

Quero agradecer também aos colegas do curso PPGE – IEE / USP, e a todos os professores das disciplinas do programa e seminários cursados e aos membros da banca de qualificação pelas sugestões apresentadas e comissão examinadora.

Agradecimentos ao pessoal da Biblioteca do IEE pelas dicas e ajuda na condução das pesquisas técnicas com orientações da forma de concluir e encadernar essa dissertação.

A minha família, em especial a minha Mãe que gostaria muito de estar aqui nesse momento, fundamentalmente aos meus filhos, Pai, Irmãos e colegas pelo apoio, com cuidado e dedicação, entendendo as minhas necessidades, pressões e condições para a conclusão da dissertação.

Ao pessoal do CDHU, EDP Bandeirantes, Energias, Cardal, Termotecno, Tecnisa, Consultores Carlos Bratfisch e Jorge Venâncio, AES Eletropaulo, Proeng, Lorenzetti, Comgás, Tesis, Legrand, moradores meu muito obrigado a todos pela ajuda, pois não poderia citar nomes para não cometer injustiça a muitos que me auxiliaram em todos esses momentos que foram fundamentais.

Agradeço a Deus por ter colocado em meu caminho pessoas especiais e maravilhosas que me mostraram o que é ser feliz e poder contar com elas nos momentos alegres e nas horas de necessidade, angustia e sofrimento, onde o sentimento pessoal e condição humana superam qualquer valor financeiro.

Encontrar pessoas dispostas a ajudar, com sentimento humano e verdadeiro espírito de solidariedade, através da ajuda sem interesse ou até mesmo se sacrificando em detrimento da minha felicidade e realização, não tem preço, sendo assim esse é um dos melhores acontecimentos em minha vida e que me inspira e motiva a viver.

Quero deixar meu muito obrigado e parabéns a essas pessoas especiais que foram à razão pelo êxito dessa dissertação e motivação em minha vida.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVO 4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
3.1 SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA PARA BANHO 6
3.2 FORNECIMENTO DE ENERGIA. 7
3.2.1 ELETRICIDADE 7
3.2.2 GÁS NATURAL 8
3.2.3 SOLAR TÉRMICO 9
3.3 ABASTECIMENTO DE ÁGUA 9
3.4 DESENHO UNIVERSAL 9
4 METODOLOGIA 11
5 DETERMINAÇÃO DOS FATORES CONDICIONANTES 13
6 AS INFRAESTRUTURAS NOS ESTUDOS DE CASOS 17
6.1 Estudos de casos comparativos entre infraestruturas 17
6.1.1 Mogi das Cruzes (elétrico + solar térmico posteriormente) 17
6.1.2 Belém L (elétrico e solar térmico original de projeto) 23
6.1.3 Bela Vista A (gás natural) 26
6.2 Estudo teórico utilizando cálculos normativos (equivalência) 29
6.3 Estudo comparativo de cinco infraestruturas 32
6.3.1 Solar térmico e elétrico (condição de projeto) 32
6.3.1.1 Aquisição (solar térmico e elétrico) 34
6.3.1.2 Infraestrutura (solar térmico e elétrico) 35
6.3.1.3 Custo inicial (solar térmico e elétrico) 41
6.3.2 Elétrico (chuveiro) 41
6.3.2.1 Aquisição (elétrico – chuveiro) 41
6.3.2.2 Infraestrutura (elétrico – chuveiro) 42
6.3.2.3 Custo inicial (elétrico – chuveiro) 43
6.3.3 Gás Natural 43
6.3.3.1 Aquisição (gás natural) 44
6.3.3.2 Infraestrutura (gás natural) 44
6.3.3.3 Custo inicial (gás natural) 46
6.3.4 Solar Térmico e Gás Natural 47

6.3.4.1 Aquisição (solar térmico e gás natural) 47
6.3.4.2 Infraestrutura (solar térmico e gás natural) 47
6.3.4.3 Custo inicial (solar térmico e gás natural) 48
6.3.5 Solar Térmico, Elétrico (chuveiro) e Gás Natural 49
6.3.5.1 Aquisição (solar térmico, elétrico e gás natural) 49
6.3.5.2 Infraestrutura (solar térmico, elétrico e gás natural) 49
6.3.5.3 Custo inicial (solar térmico, elétrico e gás natural) 50
6.3.6 Diferença padrão adotado (solar+elétrico) x (solar+elétrico+gás natural) 51
6.3.6.1 Complemento configuração (solar+elétrico) x (solar+elétrico+gás natural) 51
7 ANALISE UTILIZANDO MÉTODO LCCA 55
7.1 Análise de custos do ciclo de vida (LCCA) “Projeto Típico” 55
7.1.1 Custos configuração elétrico (chuveiro) “Projeto Típico” 56
7.1.2 Custos configuração gás natural “Projeto Típico” 58
7.1.3 Custos configuração solar térmico e elétrico “Projeto Típico” 60
7.1.4 Custos configuração solar térmico e gás natural “Projeto Típico” 62
7.1.5 Custos configuração solar térmico, elétrico e GN “Projeto Típico”. 64
7.1.6 Análise comparativa das tipologias no “Projeto Típico”. 66
8 CONCLUSÃO 72
8.1 FATORES CONDICIONANTES 72
8.1.1 Politicas Públicas 72
8.1.2 Tecnologia e Projeto 73
8.2 ESTUDO TEÓRICO 73
8.3 ESTUDO DE CASO 73
8.4 ANALISE MERCADOLÓGICA DOS RESULTADOS LCCA 74
8.4.1 Geral 75
8.4.2 Condição específica CDHU 75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 77
ANEXOS 82
ANEXO A – ENTREVISTA CDHU – RMSP 83
ANEXO B – ESTUDO TEÓRICO / CÁLCULOS (MESMA BASE) 88

LISTA DA FIGURAS

Figura 1- Sistema de aquecimento de água para banho Fonte: Autor 7

Figura 2 – Condições para instalação de aparelhos a gás combustível 8

Figura 3 – Desenvolvimento da metodologia Fonte: Autor 11

Figura 4 – Distribuição do déficit RM de São Paulo 15

Figura 5 – Déficit ampliado e inadequado RM de São Paulo 15

Figura 6 – Gráfico do crescimento da Produção x Investimento 16

Figura 7 – Instalação da infraestrutura, prumada, tubulação externa 19

Figura 8 – Rufos Galvanizados, Sanca metálica para proteção e acabamento 20

Figura 9 – Chuveiro híbrido automatizado 20

Figura 10 - Instalação do dispositivo eletrônico e sensor em uma UDA 21

Figura 11 – Conjunto completo montado em uma UDA 21

Figura 12 - Chuveiro Hibrido apresentado no IV Fomenta S.P. 23

Figura 13 – Local para medição de água individual 23

Figura 14 – Local de instalação do aquecimento solar térmico 24

Figura 15 – Instalação de chuveiro elétrico 24

Figura 16 - Visão geral da obra Belém "L" 25

Figura 17 – Local de medição individual de água Bela Vista "A" 26

Figura 18 – Localização e adequação do ambiente para instalação do aquecedor. 27

Figura 19 – Ponto de elétrica para ligação de chuveiro elétrico 27

Figura 20 – Local do abrigo para medidor GN – Bela Vista "A" 28

Figura 21 - Gráfico ilustrativo Consumo Elétrico x Preço Fonte: Autor 31

Figura 22 - Planta com as vistas do empreendimento "Projeto Típico" 33

Figura 23 - Planta pavimento tipo do "Projeto Típico" 33

Figura 24 - Planta térreo em conformidade ao Desenho Universal "Projeto Típico" 34

Figura 25 – Ilustração do ponto de fornecimento de GN para cocção 35

Figura 26 – Ilustração do isométrico da instalação de gás natural.....36

Figura 27 – Ilustração da estrutura de sustentação do sistema solar térmico.....37

Figura 28 – Ilustração da disposição do sistema solar térmico 37

Figura 29 – Diagrama unifilar da instalação elétrica apartamento tipo.....38

Figura 30 – Ilustração da instalação para mistura de água quente e fria.....40

Figura 31 - Isométrico da instalação elétrica 42

Figura 32 – Localização do ponto de gás 45

Figura 33 - Local para passagem da tubulação de água quente.....46

Figura 34 – Isométrico com a diferença para a configuração tripla.....52

Figura 35 – Diferença para a configuração tripla 53

Figura 36 – Gráfico custo total das cinco configurações "Projeto Típico" 67

Figura 37 – Gráfico custo total sem os custos com manutenção "Projeto Típico" 68

Figura 38 – Gráfico custos com eletricidade para o banho "Projeto Típico" 69

Figura 39 – Gráfico custos com gás natural para o banho "Projeto Típico" 69

Figura 40 – Gráfico custo inicial para as configurações do "Projeto Típico" 70

Figura 41 – Gráfico custo aquisição para cada configuração "Projeto Típico" 70

Figura 42 – Gráfico custos para cada configuração de infraestrutura "Projeto Típico" 71

Figura 43 - Gráfico ilustrativo Consumo GLP x Preço 91

Figura 44 - Gráfico ilustrativo Consumo GN x Preço 93

Figura 45 - Gráfico ilustrativo Consumo Elétrico x Preço 94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo kWh antes e depois (liberado uso a partir de maio de 2010). 19

Tabela 2- Equivalência de consumo elétrico e gases combustíveis. 30

Tabela 3 – Tarifa do GN / Comgás.....31

Tabela 4- Custo de aquisição e instalação (solar + elétrico).....34

Tabela 5- Dados de projeto - Gás. 35

Tabela 6- Confirmação do dimensionamento utilizando o software da Comgás.....36

Tabela 7- Relação de material elétrico do apartamento tipo. 39

Tabela 8 - Custo da infraestrutura (solar + elétrico).....40

Tabela 9- Custo inicial (solar + elétrico).....41

Tabela 10- Custo de aquisição e instalação (chuveiro elétrico) 42

Tabela 11- Custo da infraestrutura (chuveiro elétrico) 43

Tabela 12- Custo inicial (chuveiro elétrico) 43

Tabela 13- Custo de aquisição e instalação (gás natural) 44

Tabela 14- Custo da infraestrutura (gás natural) 44

Tabela 15- Dimensionamento utilizando o software da Comgás (Fogão+AQC) 45

Tabela 16- Custo inicial (gás natural).....46

Tabela 17- Custo de aquisição e instalação (solar + gás natural) 47

Tabela 18- Custo da infraestrutura (solar térmico + gás natural) 48

Tabela 19- Custo inicial (solar térmico + gás natural).....48

Tabela 20- Custo de aquisição/ instalação (solar + elétrico + gás natural) 49

Tabela 21- Custo da infraestrutura (solar + elétrico + gás natural).....50

Tabela 22- Custo inicial (solar + elétrico + gás natural) 51

Tabela 23- Custo Complementar para configuração tripla 53

Tabela 24- Custo total das cinco configurações.....54

Tabela 25- Diferenças de custo total da obra nas cinco configurações 54

Tabela 26- Consumo mensal elétrico "Projeto Típico - Elétrico" 56

Tabela 27- Consumo mensal de GN "Projeto Típico - Elétrico" 57

Tabela 28- Custo total "Projeto Típico - Elétrico" 58

Tabela 29- Consumo mensal elétrico "Projeto Típico - GN" 58

Tabela 30 – Consumo mensal de gás "Projeto Típico - GN".....59

Tabela 31- Custo total "Projeto Típico - GN".....60

Tabela 32- Consumo mensal elétrico "Projeto Típico – solar térmico e elétrico" 60

Tabela 33 – Consumo mensal de gás "Projeto Típico – solar térmico e elétrico".....61

Tabela 34- Custo total "Projeto Típico – solar térmico e elétrico".....61

Tabela 35 – Consumo mensal elétrico "Projeto Típico – solar térmico e GN".....62

Tabela 36 – Consumo mensal GN "Projeto Típico – solar térmico e GN" 63

Tabela 37- Custo total "Projeto Típico – solar térmico e GN".....64

Tabela 38 – Consumo mensal elétrico "Projeto Típico – solar, elétrico e GN" 64

Tabela 39 - Consumo mensal GN "Projeto Típico – solar, elétrico e GN".....65

Tabela 40- Custo total "Projeto Típico" configuração solar, elétrico e GN 66

Tabela 41- Quadro comparativo dos custos das cinco configurações 66

Tabela 42- Comparativo custos eletricidade x gases combustíveis 89

Tabela 43- Tarifa do GLP.....90

Tabela 44 – Tarifa do GN / Comgás 92

Tabela 45 – Tarifa Elétrica AES Eletropaulo 93

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

ACCV:	Análise do Custo do Ciclo de Vida
ANP:	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANEEL:	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARSESP	Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo
ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABINEE:	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ARSESP:	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
AISI:	American Iron and Steel Institute
ABS:	Acrylonitrile Butadiene Styrene
CB - 09:	Comitê Brasileiro nº 9 – Gases Combustíveis
COMGÁS:	Companhia de Gás de São Paulo
CDHU:	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
CONPET:	Programa Nacional de Racionalização do uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
DN:	Diâmetro Nominal
DTM:	Disjuntor Termomagnético
DR:	Diferencial Residual
DDR:	Disjuntor Diferencial Residual
DPS:	Dispositivo de Proteção contra Surtos
ENCE:	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EP:	Escola Politécnica
FEA:	Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
GDP:	Gerenciador de Demanda e Potência
GN:	Gás Natural
GLP:	Gás Liquefeito de Petróleo
HIS:	Habitação de Interesse Social
IEE:	Instituto de Eletrotécnica e Energia
IGP-M:	Índice Geral de Preços do Mercado
INMETRO:	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ICMS:	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Prestação de Serviços
IF:	Instituto de Física
LCCA:	Life Cycle Cost Analysis
PBE:	Programa Brasileiro de Etiquetagem

PROCEL:	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PPGE:	Programa de Pós-Graduação em Energia
PEE:	Programa de Eficiência Energética
P&D:	Pesquisa e Desenvolvimento
PCV:	Pesquisa de Condições de Vida
PPA:	Plano Plurianual
PAC:	Programa de Aceleração do Crescimento
PCS:	Poder Calorífico Superior
QUALIHAB:	Programa da Qualificação da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
QUALISOL:	Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar
RMSP:	Região Metropolitana de São Paulo
RESP:	Regulamento Específico para uso da ENCE.
RIP:	Regulamento de Instalações Prediais
SABESP:	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANASA:	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SH:	Secretaria da Habitação
SEBRAE:	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UDA:	Unidade Domiciliar Autonoma
UFSCAR:	Universidade Federal de São Carlos
USP:	Universidade de São Paulo
UV:	Ultra Violeta

Resumo

SARAIVA, José Carlos. **Custo das opções para o aquecimento de água na habitação de interesse social em São Paulo – CDHU.**, 2012. 94 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo.

A dissertação utiliza a pesquisa como método experimental e investigativo para identificar os fatores condicionantes para a definição da infraestrutura de aquecimento de água para banho (gás, elétrico e solar térmico) nas edificações residenciais de interesse popular, construídas no município de São Paulo. A partir das informações de três projetos e do dimensionamento da infraestrutura de cada opção, determinam-se seus custos para um projeto típico, exclusivamente para o aquecimento de água para banho. Também são determinados os custos de aquisição, instalação, infraestrutura e operação de cada configuração. O método Life Cycle Cost Analysis (LCCA) é utilizado para comparar financeiramente diversas alternativas. Os resultados permitem avaliar o interesse na realização de infraestruturas combinadas de forma a possibilitar a qualquer momento a utilização de aparelhos instantâneos, elétrico ou a gás, com ou sem o apoio solar térmico. Essa infraestrutura combinada permite a liberdade de escolha ao usuário, de forma individual e a qualquer momento, do aquecimento de água para banho, tendo em vista o seu custo benefício, eventualmente associadas às oportunidades oferecidas pelas distribuidoras de energias e/ou pelos fabricantes de aparelhos e/ou políticas públicas. Os resultados alcançados apresentam importantes dados para subsidiar discussões e análises comparativas, estabelecendo os caminhos para orientar a escolha da infraestrutura.

Palavras-chave: Consumo de energia; Infraestrutura em instalações residenciais; Aquecimento de água solar, elétrico e gás; Sistemas prediais, Fatores condicionantes.

Abstract

SARAIVA, José Carlos. **Costs of the options for water heating in social housing in São Paulo - CDHU**, 2012. 94 f. Master´s Dissertation - Graduate Program on Energy, University of Sao Paulo, São Paulo, 2012.

The paper uses research as investigative and experimental method to identify the factors responsible for the definition of infrastructure for bathing water heating (gas, electric and solar thermal) in residential buildings of popular interest, built in São Paulo. Based on the information from three projects and the sizing of the infrastructure of each of them, the costs for a typical project exclusively for bathing water heating, are determined. Besides that, are also determined, the costs of acquisition, installation, infrastructure and operation of each configuration. The method - Life Cycle Cost Analysis (LCCA) is used to compare the various financial alternatives. The results allow to evaluate the interest in carrying out infrastructures combined to enable anytime instant use of appliance, electric or gas, with or without the solar thermal support. This combined infrastructure allows the user free choice, individually and at any time, for heating water for bathing, in view of its cost benefit, possibly combined with the opportunities offered by energy distributors and / or the device manufacturers and / or public policy. The results present relevant data to support comparative discussion and analysis, setting ways to guide the choice of infrastructure.

Keywords: Consumption of energy, infrastructure in a residential installation, solar water heating, electric and gas systems in buildings, conditioning factors.

1 INTRODUÇÃO

Na evolução da humanidade desde a descoberta do fogo para a obtenção de calor que o homem busca a melhor aplicação da energia como uso final para o aquecimento de água. Atualmente no aquecimento de água para banho nas residências urbanas é utilizada exclusivamente os gases combustíveis e a eletricidade como energia final.

No Brasil os gases combustíveis como energia final nas residências urbanas são quase que exclusivamente destinados para a cocção. Porém, nos últimos anos, com a ampliação da oferta, verifica-se um aumento de sua utilização para o aquecimento de água.

O consumo residencial de eletricidade no Brasil mais que duplicou entre 1987 e 2000, passando de alguns 39TWh para cerca de 84 TWh por ano, conforme (GHISI .*, GOSCH ., LAMBERTS ., 2007) "Electricity End-Uses in the residential sector of Brazil" Energy Policy 35, o que nos remete a pensar como obter a eletricidade e a finalidade da sua aplicação.

Com o crescimento populacional e a perspectiva de aumento no consumo de eletricidade, necessita-se de investimentos em geração, transmissão, distribuição de energia elétrica, devemos pensar em mudanças nos costumes e na forma de aplicação dos recursos energéticos disponíveis.

Na realidade brasileira, observa-se no fornecimento de eletricidade a necessidade de grandes empreendimentos como a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (Pará), que será a maior usina hidrelétrica inteiramente brasileira, prevista para entrar em funcionamento em 2015 e a Usina Hidrelétrica de Jirau (Rondônia), considerada fundamental para o suprimento de energia elétrica no Brasil a partir de meados de 2013.

Na utilização da eletricidade observamos a presença do chuveiro elétrico na geração de água quente para banho, com suas características técnicas e seu impacto no consumo residencial de eletricidade como caracterizado por (ZOELLNER, 2005).

> *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 %.*

Os aparelhos elétricos contribuem significativamente com uma sobrecarga momentânea no Sistema Elétrico Brasileiro, principalmente no chamado horário de pico, já em contrapartida

de acordo com a “Segunda Lei da Termodinâmica”, identifica-se no uso do gás combustível para produção de calor e aquecimento de água, ser mais vantajoso do que para geração de eletricidade para posteriormente utilizar no aquecimento de ambiente e água.

(STRAPASSON, 2004) mostra que

> *[...] o vasto potencial hidrelétrico brasileiro explorado nas últimas décadas contribui diretamente à industrialização e ao desenvolvimento econômico do país. Contudo, com a escassez de novos grandes potenciais, a participação de outras fontes de energia na matriz energética nacional tem aumentado a cada ano, especialmente, a do gás natural.*

A obtenção da energia elétrica, aplicação e o custo são importantes como apresentado por (SAMUEL, 2005).

> *[...] A intensificação da entrada do gás natural, que inclui dentro de seus objetivos a diversificação da matriz energética brasileira, está fortemente associada à geração termelétrica. Dentre os desafios que se apresentam ao empreitar-se uma iniciativa desta natureza em um sistema elétrico que, além de outras particularidades, conta com uma estrutura baseada na hidroeletricidade, está a definição do custo da eletricidade gerada a partir do gás natural, de maneira a guardar relação com o seu uso racional enquanto energético.*

Os autores, (BARBOSA, 2001; SILVA, 2002; STRAPASSON, 2004; BARUFI, 2008) e literaturas técnicas, (MOUTINHO, 2010), mostram a evolução da participação dos gases combustíveis, assim como as melhorias nas instalações internas, motivando a pesquisar os fatores condicionantes para o rompimento com a eletrotermia.

Após as grandes descobertas dos campos de petróleo e gás natural no litoral brasileiro feitas pela Petrobrás, às expectativas a cerca do futuro do insumo mudaram completamente, diz (MOUTINHO, 2010), possibilitando a ampliação na sua utilização de modo a evidenciar a sua aplicação de forma inteligente como uso final no aquecimento de água, entre outras, sendo justificada a sua utilização para produção de energia elétrica em épocas de escassez de chuva, períodos de curta duração ou locais onde a outras formas sejam dificultadas e onerosas.

O aquecimento de água nas edificações busca atender as expectativas do consumidor de modo a garantir a qualidade e conforto do banho, o que nos remete a construção onde é fundamental a escolha da infraestrutura, levando se em conta o dimensionamento, produtividade, materiais, tecnologias, equipamentos, eficiência, qualidade, manutenção, impacto ambiental, segurança e custo.

O momento principal para a tomada de decisão na construção ou reforma é onde se define a forma de uso da energia apropriada conforme apresentado por (BARUFI, 2008).

No Brasil existe um grande déficit habitacional, PUBLICAÇÃO SH, 2010, voltado à habitação de interesse social, gerando a necessidade de expansão na construção das

edificações junto com programas de eficiência energética do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), Programa Nacional de Racionalização do uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), atendendo as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Finalizando fica o ônus para o setor elétrico pelo consumo no horário de pico, frente à oferta disponibilizada no passado com eletricidade e como contrapartida a pressão para expansão do setor do gás combustível, conforme (MELO, 2003). Tudo isso desperta o interesse em conhecer mais e entender a melhor forma de aplicação da energia no seu uso final.

2 OBJETIVO

Analisar e identificar os fatores condicionantes para escolha da infraestrutura no aquecimento de água para o banho, considerando os gases combustíveis e/ou eletricidade e/ou solar térmico e/ou combinados, nas edificações residenciais de interesse popular, construídas pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Avaliar os custos com infraestrutura, aquisição do aparelho e sua operação para cada configuração, comparando financeiramente às diversas alternativas para o aquecimento de água para banho individual, instantâneo, utilizando o gás natural; eletricidade; solar térmico e gás natural; solar térmico e eletricidade; solar térmico, eletricidade e gás natural, nas configurações individuais e/ou combinadas.

Pesquisar o uso de três configurações de aquecimento de água nas edificações residenciais da CDHU, sendo:

- Projeto inicial elétrico e modificado posteriormente,
  (incorporando solar térmico e chuveiro elétrico com automação);
- Projeto inicial solar térmico e eletricidade (chuveiro);
- Projeto inicial com gás natural;

Realizar um estudo de caso utilizando um empreendimento como “Projeto Típico” para determinação de cinco infraestruturas e utilizando o método Life Cycle Cost Analysis (LCCA), comparar economicamente essas configurações de aquecimento de água para banho.

Identificar a flexibilidade na disposição das três infraestruturas combinadas (juntas), proporcionando liberdade de escolha no projeto, construção e/ou alteração do sistema de aquecimento de água para o banho, de forma individual e adequada à realidade financeira.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de saneamento básico como pré-requisito para a higiene e saúde associado à idéia de conforto, já estava presente em algumas sociedades muito antigas, e sua evolução muito bem descrita por (ZOELLNER, 2005) onde caracteriza a presença do chuveiro elétrico na obtenção de água quente para banho em domicílios no Brasil, considerando suas características técnicas e seu impacto no consumo residencial de energia elétrica. Apresenta ainda a evolução histórica das instalações destinadas ao banho, desde a antigüidade até os nossos dias, aborda a evolução do hábito, da necessidade de higiene e prevenção de doenças. São apresentados e descritos meios para se conseguir água quente tais como: aquecedores de acumulação elétricos e/ou gás combustível, aquecedores de passagem elétricos e/ou gás combustível e aquecedor solar, dentre outros, também estão descritos em (BARUFI, 2008; CHAGURI JUNIOR ,2009; MATAJS, 1997; RAIMO, 2007; PRADO, 1991).

É sinalizado em, (MOUTINHO, 2010), que após as grandes descobertas dos campos de petróleo e gás natural no litoral brasileiro pela Petrobrás, às expectativas a cerca do futuro do insumo mudaram completamente, aumentando a oferta de gases combustíveis, contribuindo para o crescimento da nossa matriz energética. Já a infraestrutura das instalações é apontada em, ROADMAP COMGÁS, 2008, e a existência de barreiras para o rompimento com a eletrotermia, descrito em (BARUFI, 2008).

> *[...] Entre as possíveis barreiras culturais, parece existir uma crença quase generalizada de que os gases combustíveis não são competitivos do ponto de vista econômico. Tal crédito é fundamentado por uma percepção de que eles são mais caros em relação a outras opções energéticas, particularmente a eletricidade.*

A busca pela sociedade por qualidade, segurança, e maior conforto para o banho, é apresentado por (BARUFI, 2008), onde *"[...] com o aumento das exigências de conforto, o sistema tradicional de aquecimento de água com chuveiro elétrico não consegue mais assegurar o conforto desejado pela população"*, já (CHAGURI JUNIOR, 2009), considera que a idealização do sistema de aquecimento de água passa por garantir o conforto, eficiência e segurança ao menor custo.

Para caracterizar o uso adequado dos gases combustíveis para obter conforto temos no ROADMAP COMGÁS, 2008:

> *[...] Os gases combustíveis constituem formas de "energia nobre" podendo ser utilizados diretamente pelos consumidores finais, sendo facilmente manipulável através de simples interruptores ou controladores da combustão. Através da incorporação de tecnologias adequadas, o uso dos gases pode estar diretamente*

> *associado ao conforto dos consumidores finais, dando-lhes grande maleabilidade na utilização final da energia. Tal conforto pode ser obtido com qualidade e sem comprometer os aspectos de segurança e sustentabilidade.*

Já o grande déficit e inadequação na habitação de interesse social estão apontados na, PUBLICAÇÃO SH, 2010, onde traz como premissa a expansão do mercado imobiliário popular na construção das edificações, o que nos leva a buscar alternativas voltadas ao aumento de produtividade (RAIMO, 2007) e eficiência conforme programas de eficiência energética do PROCEL, na área elétrica e solar, já na área do gás combustível temos o CONPET, integrados a normalização com a ABNT, conforme (FOSSA, 2006) que por sua vez proporcionam caminhos para o surgimento das leis.

No segmento de energia elétrica podemos constatar a grande participação do chuveiro elétrico Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE PROCEL, 2007) como descrito por (BARUFI, 2008; MATAJS, 1997; RAIMO, 2007; ZOELLNER, 2005).

(MATAJS, 1997; MELO, 2003), descrevem o ônus para o setor elétrico causado pelo alto consumo de energia elétrica no horário de pico, o que obriga às distribuidoras realizarem grandes investimentos para ampliação e manutenção do sistema e (MOUTINHO, 2010), descreve a expansão do setor do gás.

Busca-se a melhor aplicação da eletricidade e gás combustível no aquecimento de água, observando os custos com o aparelho, instalação, infraestrutura e operação.

3.1 SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA PARA BANHO

Existem trabalhos que apresentam e ilustram bem as tecnologias de aquecimento de água para o banho como em (BARUFI, 2008; CHAGURI JÚNIOR, 2009; MATAJS, 1997; RAIMO, 2007); RIP COMGÁS, 2009 onde leva em consideração o relacionamento adequado entre o homem, a fonte de energia, o aparelho de aquecimento como elemento transformador de energia final em útil, o ambiente, a infraestrutura e o meio ambiente.

Abordaremos o aparelho para aquecimento de água instantâneo e individual no fornecendo água quente para o banho sem outras finalidades sanitárias.

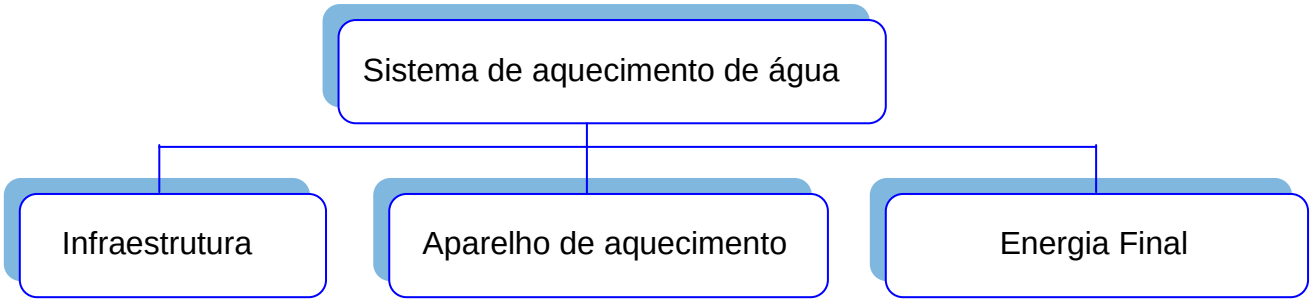


Figura 1- Sistema de aquecimento de água para banho

Fonte: Autor

Devido à necessidade de pouco espaço e investimento inicial baixo, o aquecedor individual instantâneo por não necessitar de reservatório para água quente, se destaca na sua aplicação em relação ao sistema de acumulação. Sendo assim focaremos em configurações que possuam apenas um ponto de consumo de água quente, individual, instantâneo, com o ponto de consumo próximo ao aparelho de aquecimento de água ou pequenos trechos de água quente para abastecimento do ponto de consumo, sendo necessária infraestrutura de alimentação da água fria / quente e rede de fornecimento de energia gás e/ou elétrica.

3.2 FORNECIMENTO DE ENERGIA.

No fornecimento de energia para o segmento residencial na RMSP, consideramos a energia elétrica, energia solar térmico e energia do gás natural pela disponibilidade, facilidade de fornecimento e segurança.

3.2.1 ELETRICIDADE

O fornecimento de eletricidade e instalação deve garantir a tensão adequada e proteções para sobrecarga, curto circuito, fuga de corrente e aterramento, conforme NBR 5410:2004 / errata 1: 2008 e NBR 15206: 2005 e o aparelho (chuveiro elétrico) estar em conformidade com os requisitos da NBR 12483:1992, NBR 12089:1991, NBR 12087:1991 e NBR 15001:2003 e ao RESP/002-AAQ regulamento específico para uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do PBE PROCEL/INMETRO.

3.2.2 GÁS NATURAL

O fornecimento, instalações devem garantir a composição, pressão, vazão do gás natural e adequação do ambiente devem estar em conformidade com a NBR 13103:2011 e Regulamento de Instalações Prediais da Companhia de Gás de São Paulo (RIP COMGÁS: 2009) de forma a garantir o perfeito funcionamento do aparelho (aquecedor de passagem) que deve atender aos requisitos da NBR 8130:2004 e Portaria 119 de 30/03/2007 Regulamento de avaliação da conformidade para aquecedores de água a gás dos tipos instantâneo e de acumulação do PBE CONPET/INMETRO.

A adequação do ambiente deve ser realizada com base nos requisitos da norma técnica NBR 13103/2011 e RIP COMGÁS: 2009 em função do tipo do aparelho, requisitos do ambiente e a exaustão dos gases de combustão.

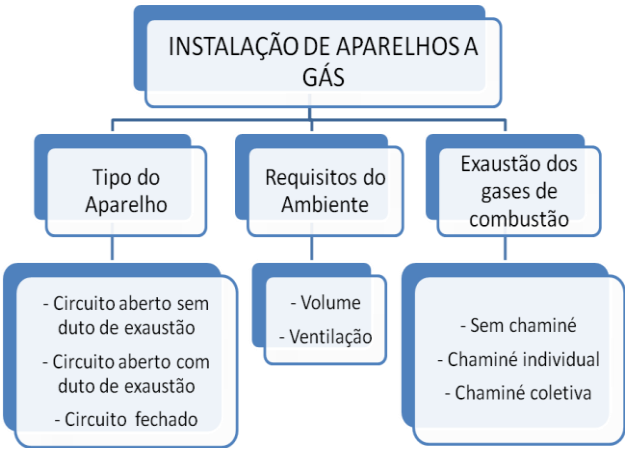


Figura 2 – Condições para instalação de aparelhos a gás combustível

Fonte: RIP Comgás

A Distribuidora de gás natural em São Paulo, Comgás disponibiliza em seu site www.comgas.com.br documentação que possibilita orientar a forma adequada para a realização das instalações RIP COMGÁS: 2009.

3.2.3 SOLAR TÉRMICO

O fornecimento solar térmico deve garantir a pressão e a vazão conforme condição de instalação da NBR 15569:2008, atender ao Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar (QUALISOL) Brasil e Portaria 395 de 10/11/2008 Regulamento de avaliação da conformidade de equipamentos para aquecimento solar de água do PBE PROCEL/INMETRO sendo o coletor solar conforme NBR 15.747-1 e 2: 2009 e o reservatório térmico conforme NBR 10.185:1988.

3.3 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O abastecimento de água deve garantir a vazão e pressão mínima para o acionamento e funcionamento dos aquecedores instantâneos, sendo que o não atendimento a essa condição, requer a utilização de pressurizador onerando assim os custos para o aquecimento da água.
Atender as Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde conforme site www.saude.gov.br e as normas técnicas da ABNT NBR 5626:1998 e NBR 12.218: 1994**.**

3.4 DESENHO UNIVERSAL

As edificações habitacionais da CDHU com o DECRETO ESTADUAL 53.485, 2008, institui a política de implantação do conceito de desenho universal na produção de habitação de interesse social, demonstra o amadurecimento com base na preservação dos direitos humanos e na garantia da qualidade de vida. Partindo da compreensão prévia das necessidades de todos os tipos de indivíduos, busca conceber habitações que possam ser utilizadas por qualquer pessoa, em qualquer etapa da vida, com conforto, segurança e integração.
A PUBLICAÇÃO1 SH, 2010 apresenta como definição de moradia adequada pelo Centro das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (Habitat) da seguinte forma:

> *[...] Moradia adequada é mais do que um teto sobre a cabeça. Também significa privacidade adequada; espaço adequado; acessibilidade física; segurança adequada; segurança da posse; estabilidade estrutural e durabilidade; iluminação, aquecimento e ventilação adequados; infraestrutura básica adequada, como equipamentos de água, esgoto e coleta de lixo; qualidade ambiental e fatores relacionados à saúde apropriados; bem como localização adequada e acessível ao trabalho e outros equipamentos básicos; tudo isso deve estar disponível a custos acessíveis. A adequação deve ser determinada conjuntamente com a população em questão, tendo em mente a perspectiva para o desenvolvimento gradual (Agenda Habitat, parágrafo 60)*[1]

Ainda na PUBLICAÇÃO1 SH, 2010, segundo o Conceito Europeu de Acessibilidade, uma moradia denominada "habitação adaptável" é aquela que permite a uma pessoa, com deficiência ou não, utilizá-la por toda a vida, da infância até uma idade avançada, requerendo apenas intervenções simples, não estruturais e de baixo custo.

Conforme Resolução Conjunta SH/SEDPcD 35, 2008 e Resolução SH 36 2008, existe um grupo de trabalho de especialistas para apresentar propostas de implantação dos conceitos do Desenho Universal, estabelecendo para a unidade habitacional um bom desempenho térmico e locação dos pontos de comandos em alturas apropriadas para todos os usuários, banheiros com dimensões e formas que permitam a disposição e uso adequado de chuveiro, lavatório.

A concepção tem por base a oferta de ambientes que possam ser utilizados por todos, na sua máxima extensão possível, sem depender, da necessidade de adaptação ou elaboração de projeto especializado.

Despertamos a oportunidade de aplicação do aquecimento de água com esse conceito, permitindo a utilização de infraestruturas combinadas (elétrico, gás combustível e solar térmico), buscando melhorias para a aplicação e adequação do uso final da energia.

Como o trabalho se restringe apenas a aplicação de aquecimento de água para o banho no segmento residencial em edificação na região metropolitana de São Paulo - RMSP na habitação de interesse social da CDHU, o foco será nas fontes de energia elétrica, gás natural e solar térmico que são predominantes nesse segmento.

---

[1] Texto disponível em inglês na página oficial da UN-Habitat (www.unchs.org).

4 METODOLOGIA

O estabelecimento da metodologia com seus limites de contorno, critérios e amostragem estão associados às literaturas, análises e indagações junto a profissionais do mercado ligado a CDHU para apontar os fatores condicionantes na escolha da infraestrutura para o aquecimento de água para o banho.

A abordagem metodológica teve seu desenvolvimento conforme apresentado no diagrama como segue:

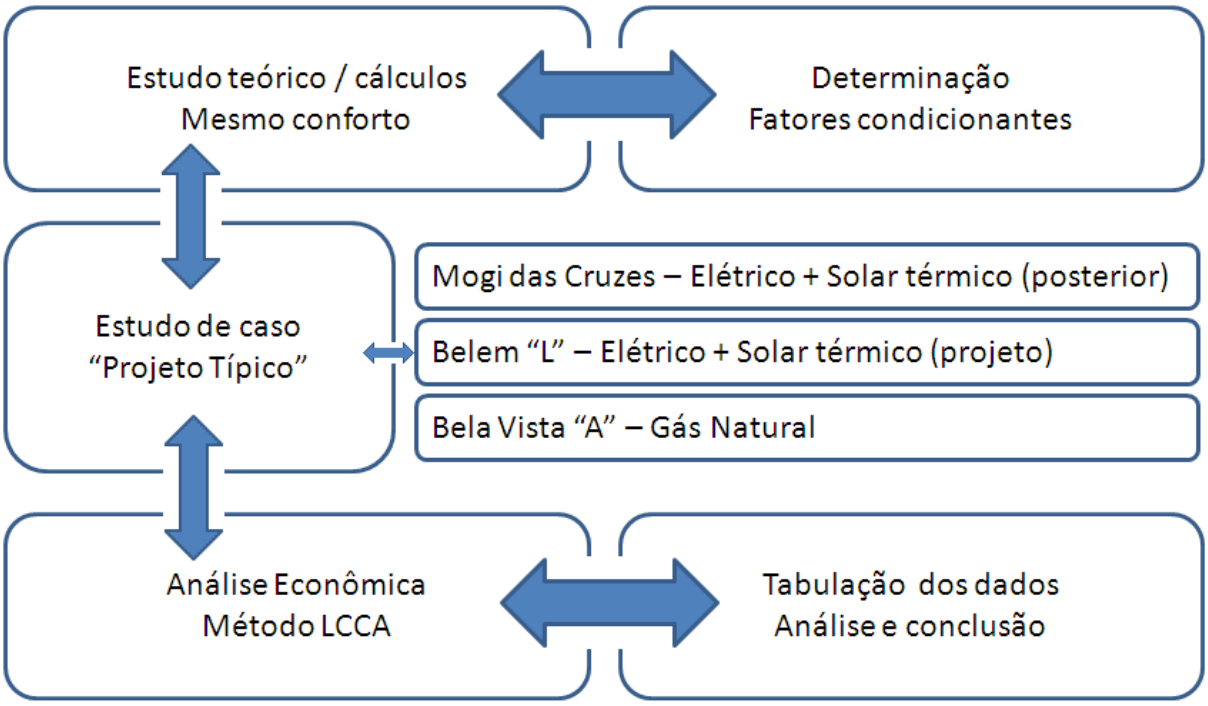


Figura 3 – Desenvolvimento da metodologia

Fonte: Autor

A entrevista e questionário como método de pesquisa experimental e investigativa, abordada numa série de perguntas de forma ordenada a serem respondidas pelos engenheiros e técnicos da CDHU que gerenciam e estabelecem as diretrizes para a condução dos projetos, junto às empresas prestadoras de serviço, estabelecendo assim uma abrangência onde envolve os projetos de urbanização de favelas e os projetos estratégicos do Governo do Estado, com ênfase na Região Metropolitana de São Paulo.

A pesquisa dos fatores condicionantes e infraestruturas salientam as dificuldades para a sua validação e desafios a serem vencidos. Em contrapartida a mesma vem a possibilitar benefícios reais e tangíveis para esse mercado, compensando os esforços empreendidos,

abrindo oportunidades, para continuidade e aprimoramento do trabalho através da execução futura de ações complementares.

Estudo de caso nas configurações de infraestruturas utilizadas no aquecimento de água em edificações residenciais construídas no município de São Paulo pela CDHU, utilizando Eletricidade, Solar térmico e Gás Natural, para estabelecer um “Projeto Típico”.

Utilizar o Método LCCA – Life Cycle Cost Analysis, comparando economicamente as infraestruturas para aquecimento de água para banho, aplicadas ao “Projeto Típico”.

5 DETERMINAÇÃO DOS FATORES CONDICIONANTES

A Secretaria da Habitação (SH) e a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) são os agentes responsáveis pela promoção da Política Habitacional de interesse Social no Estado de São Paulo para garantir o acesso à moradia para famílias de menor renda, com espaços para a vida familiar, qualidade adequada de construção e de infraestrutura urbana.

A Secretaria da Habitação é responsável pela condução da política habitacional do Governo do Estado de São Paulo e tem como papel principal traçar diretrizes, estabelecer metas, planejar e desenvolver programas específicos, que através da CDHU, realiza a construção de moradias populares destinadas à população de baixa renda, com rendimentos entre 1 e 10 salários mínimos [(2)].

O desafio macro é manter a produção de habitações em grande escala, a preços de custo, visando combater o déficit habitacional do Estado, hoje estimado em cerca de 400 mil unidades (déficit primário) [(2)].

O início da pesquisa para identificação dos fatores condicionantes desenvolveu-se com uma solicitação formal ao Diretor Presidente da CDHU, o qual designou o Assessor da Diretoria Técnica, que estabeleceu os contatos dos diversos segmentos e áreas, como social, terras, planejamento, projeto, técnico, obras, pesquisa habitacional, eficiência energética e comercial. Junto ao Superintendente de terras, foi possível identificar o potencial e viabilidade no processo de aquisição e desapropriação de terras para dar origem aos empreendimentos dentro dos padrões e necessidade da CDHU.

Na área social é considerado um trabalho intenso na condução e realização das ações para orientação do processo e forma de utilização estabelecendo um controle de todas as pessoas envolvidas para um convívio social e em harmonia. Sendo assim identifica-se fatores condicionantes que envolvem o aquecimento de água que é a necessidade de **individualização da medição de água**, a simplicidade e **facilidade de utilização**, no seu manuseio, operação e regulagem de temperatura para obtenção de água quente.

[(2)] www.habitacao.sp.gov.br/conheca-melhor-a-secretaria-da-habitacao/index.asp acessado em fevereiro de 2011 e informações de Sandra Pinheiro Mendonça – Superintendente de Desenvolvimento Social

A Superintendente de Desenvolvimento Social, da Gerente de Orientação Social, da Gerente de Ação Institucional Integrada, do Núcleo de Gestão Social em Programas Federais, do Programa de Cortiços, Moradias Indígenas e Quilombolas e demais integrantes da área social, contribuíram na identificação de alguns dos Fatores Condicionantes.

Já na superintendência de atendimento habitacional identificamos como **fator condicionante a segurança** no manuseio, utilização da fonte de energia, **espaço ocupado e localização**, como a preocupação na utilização e abastecimento / substituição do botijão de gás GLP.

O Gestor do Programa de Eficiência Energética que acompanha os trabalhos de PEE – Programas de Eficiência Energética e P&D Pesquisa e Desenvolvimento desenvolvidos em parcerias com as concessionárias de energia, apresentou o programa desenvolvido junto à região de Mogi das Cruzes o qual levou a um dos estudos de casos relacionados neste trabalho, com contribuições para o incentivo ao desenvolvimento tecnológico.

Outras indicações de obras para os estudos de casos foram obtidas junto a Superintendência de Obras, Área de Instalações Hidráulicas, Gás e Incêndio e a Gerente de Desenvolvimento de produto, que levou a identificação dos fatores condicionantes apresentados na entrevista pesquisa junto a CDHU no Anexo A.

Na área de Planejamento habitacional da CDHU, junto a Gerencia de Pesquisa Habitacional e com o Superintendente de Projetos, Gerente de Produção de Projetos de Urbanismo Arquiteta; foi considerada a indicação de outras obras para o desenvolvimento dos estudos de casos a apresentação da sistemática de desenvolvimento dos trabalhos, a qual está descrita na publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010" [(3)] , sendo que a partir da base de dados da Pesquisa de Condições de Vida (PCV) da Fundação Seade (2006) [(3)], as necessidades foram classificadas como déficit e inadequação habitacional, representando moradias que precisam ser substituídas ou apresentam problemas que podem ser solucionados com ações alternativas a uma nova construção.

O gráfico a seguir mostra que o maior déficit habitacional encontra-se na RM de São Paulo, com 39 municípios apresentando déficit de 59% e inadequação de 63%[(3)].

[(3)] Publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010 / Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Habitação - São Paulo, 2010 - CDD 363.58098161

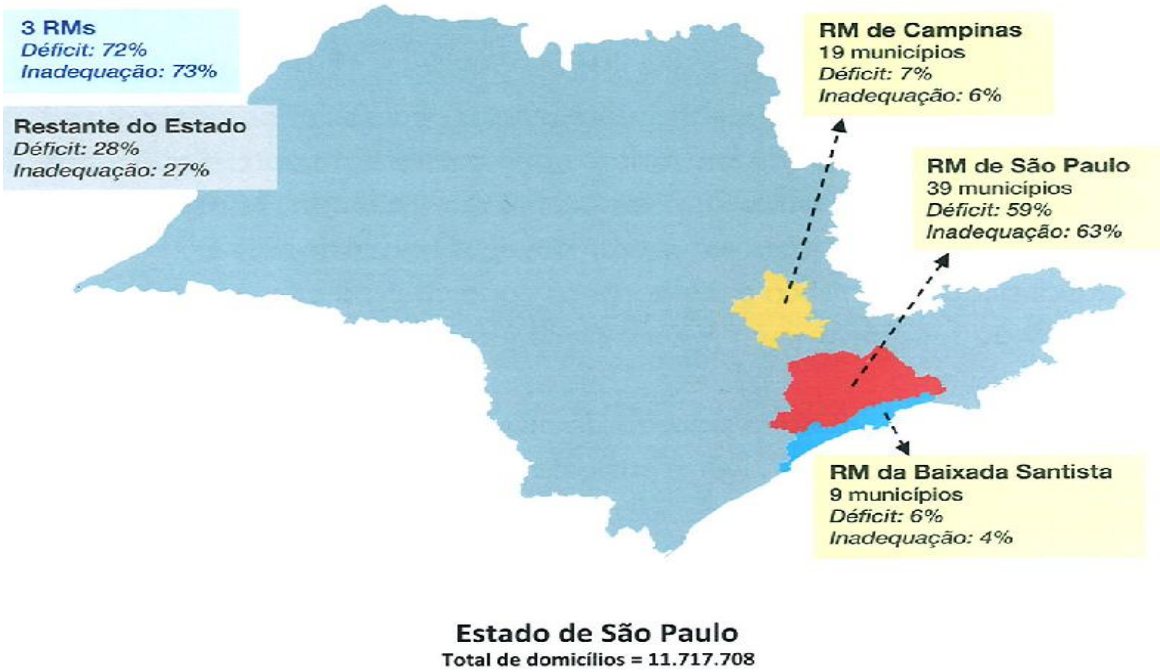


Figura 4 – Distribuição do déficit RM de São Paulo
Fonte: Publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010" [4]

A situação de Déficit ampliado 10,4% e Inadequado 22,9% envolve 3.901.205 moradias, o que corresponde a 33% dos domicílios paulistas [4].

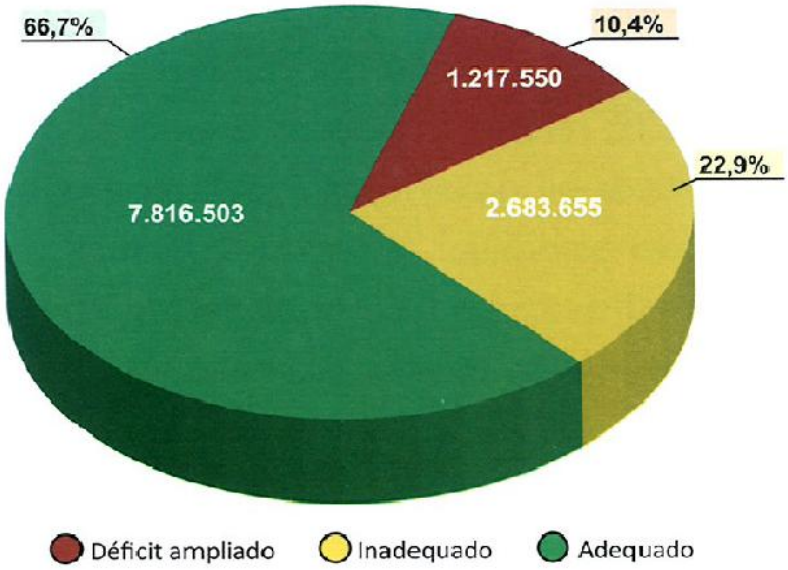


Figura 5 – Déficit ampliado e inadequado RM de São Paulo
Fonte: Publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010" [4]

---

[4] Publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010 / Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Habitação - São Paulo, 2010 - CDD 363.58098161

Um dos instrumentos de planejamento da ação pública estadual, previsto na Constituição Federal é o PPA – Plano Plurianual, que tem por finalidade estabelecer diretrizes, objetivos e metas para os programas de duração continuada da administração pública. (Lei Estadual número 13.123/2008).

Os resultados obtidos são bem expressivos, onde o aperfeiçoamento do padrão construtivo das moradias e do espaço urbano, as modificações na composição do público atendido e as ações efetivas de regularização fundiária resultam em um atendimento mais amplo, eficiente e adequado à população beneficiária.

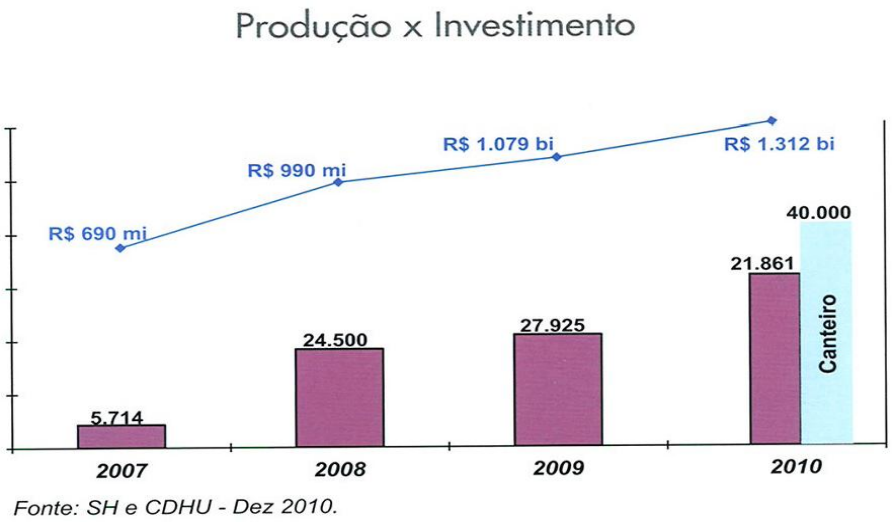


Figura 6 – Gráfico do crescimento da Produção x Investimento
Fonte: Publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010" [5]

Verifica-se que o incremento necessário em investimento cresceu a uma taxa inferior à taxa de crescimento resultante da produção, observando-se assim melhores resultados.

Buscando o segmento de maior representatividade, focamos o trabalho no aquecimento de água voltado a **Provisão de moradias; Requalificação de moradias e Urbanização de favelas e assentamentos precários,** visando fomentar o desenvolvimento tecnológico.

A pesquisa apresenta um estilo mais informal, narrativo, ilustrado com citações, exemplos e descrições fornecidos pelos envolvidos. O foco está no estudo de caso de empreendimentos com aquecimento de água elétrico (chuveiro), a gás (aquecedor de passagem) e solar térmico (individual), na RMSP

---

[5] Publicação "Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010 / Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Habitação - São Paulo, 2010 - CDD 363.58098161

6 AS INFRAESTRUTURAS NOS ESTUDOS DE CASOS

Realizadas observações diretas ao longo das visitas de campo para a coleta de evidências de dados, registros fotográficos, seus impactos resultantes, configurações utilizadas e custos das infraestruturas para desenvolvimento dos estudos.

O estudo de caso tem o foco em fenômenos atuais, que só poderão ser analisados dentro de algum contexto de vida real, através da pesquisa, observação participativa e entrevista local.

6.1 ESTUDOS DE CASOS COMPARATIVOS ENTRE INFRAESTRUTURAS

Considerado três configurações de aquecimento de água para banho com infraestruturas diferentes, onde: 1) condição elétrica com a incorporação posterior a entrega do imóvel do aquecimento solar térmico e chuveiro automático, 2) condição só gás natural e 3) condição solar térmico e elétrico entregue com o imóvel o aquecedor solar térmico e chuveiro.

6.1.1 Mogi das Cruzes (elétrico + solar térmico posteriormente)

A EDP Bandeirante, distribuidora de energia elétrica do Grupo EDP no Brasil, em parceria com a CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano do Estado de São Paulo), através do programa de ação em Eficiência Energética, com o “Projeto Boa Energia Solar” superou os efeitos adversos do sistema de aquecimento solar térmico convencional como o desperdício da água que se encontra fria nas tubulações e a necessidade de habilidade do usuário para que o sistema seja mais eficiente, assim há uma grande economia tanto de água como de energia elétrica.

O Projeto Boa Energia Solar está concebido dentro da linha dos Programas de Eficiência Energética (PEE´s) desenvolvidos pela EDP Bandeirantes, sendo em Mogi das Cruzes, 1680 unidades beneficiadas com o aquecimento solar térmico e chuveiro híbrido, onde aproximadamente 5700 pessoas usufruem do benefício (considerando uma média de 3,4

pessoas por unidade). No Conjunto Jequitibá 1 são 100 unidades e foi o primeiro a receber essa configuração.

O objetivo do projeto é conscientizar a população sobre o uso racional e seguro de energia elétrica, que consiste na instalação de aquecimento solar térmico de água em substituição dos chuveiros elétricos e prevê a instalação de chuveiros dotados de dispositivo gerenciador de potência, o que permite a economia de água e a eliminação de aquecimento auxiliar nos reservatórios, aumentando ainda mais os benefícios do projeto.

Esse projeto prevê uma redução de demanda de ponta de 1.472 kW e redução de consumo de 414 MWh/ano, o que na prática garante o uso mais racional de energia e uma redução na conta de luz das residências contempladas. Com este projeto, será possível os moradores terem uma economia média na fatura de 25% à 30%, que podem ser observados na apresentação do Programa de Eficiência Energética, realizada em 17 de junho de 2010, no 7º Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, conforme site www.metodoeventos.com.br/7eficienciaenergetica/palestras/segundo_dia_ws7/rodrigo_nogueira.pdf

O projeto busca prover cidadania, conscientização, integração, atualização cadastral, orientação para o uso eficiente e seguro de energia, regularização das instalações, substituição de lâmpadas ineficientes, instalação de sistema de aquecimento solar e dispositivo controlador de potência, redução de energia elétrica e redução da demanda no horário de ponta do sistema elétrico.

Foram realizadas visitas a obra com a orientação da Coordenação de projetos da Energias e o Supervisor de obras da Termotecno onde visitamos as instalações e conversamos com moradores do conjunto Jequitibá localizado em Mogi das Cruzes na rua Antônio Boz Vidal, 1000 que possuem envolvimento direto com desenvolvimento do objeto do estudo de caso.

Em visita realizada às instalações do Conjunto Jequitibá 1(Azul), podemos observar através das contas de uma unidade habitacional onde residem 3 pessoas, a identificação do consumo de 248 kWh em abril de 2010, antes da instalação do sistema e outro consumo de 176 kWh em maio de 2010 após instalação do sistema de aquecimento híbrido, sendo possível também obter os dados de outros usuários com redução significativa da ordem de 30 %, conforme observado na tabela 1.

Tabela 1- Consumo kWh antes e depois (liberado uso a partir de maio de 2010).

	Consumo Ativo (kWh)	Consumo Ativo (kWh)	kWh
Instalação	05.2009	05.2010	Diferença (09 - 10)
94377804	176	137	22%
94378533	220	134	39%
94379289	343	139	59%
94379297	264	173	34%
94379815	82	50	39%
94381071	257	186	28%
94381984	184	141	23%
94383723	254	176	31%
94384266	164	117	29%
94384291	209	127	39%
94384754	126	89	29%
94385726	170	121	29%
94386081	272	205	25%
94386099	240	190	21%
94430225	209	160	23%
94430292	147	125	15%
94453004	204	140	31%
150017974	227	133	41%

Fonte: Apresentação 7º Congresso Brasileiro de Eficiência Energética

Na visita ao condomínio Jequitibá 1 localizado em Mogi das Cruzes rua Antônio Boz Vidal, 1000 tem o aquecimento de água solar térmico e chuveiro elétrico híbrido com automatização. Por ser uma obra de melhoria onde foi realizada a configuração solar térmico e chuveiro hibrido após a entrega inicial da obra, teve a necessidade de realizar a instalação da infraestrutura (tubulação) externa conforme mostrado na figura 7.

Figura 7 – Instalação da infraestrutura, prumada, tubulação externa
Fonte: Autor (foto extraída no local)

O aquecimento solar térmico é instalado no telhado da edificação, onde o coletor solar e o reservatório térmico são disponibilizados de forma individual para cada unidade habitacional e a tubulação de água passa pelo lado externo da edificação sendo protegido e camuflado com a utilização de sancas metálicas como ilustrado na figura 8.

Figura 8 – Rufos Galvanizados, Sanca metálica para proteção e acabamento
Fonte: Autor (foto extraída no local)

O chuveiro híbrido, figura 9 permite a regulagem manual de temperatura diretamente no mesmo para a condição de frio e quente, sendo o ajuste do diferencial de temperatura da água necessária para o banho controlada automaticamente através de um dispositivo eletrônico que vai modulando a tensão e temperatura de saída da água quente para o banho, conforme ilustrado a seguir.

Figura 9 – Chuveiro híbrido automatizado
Fonte: Autor (foto extraída no local)

O dispositivo eletrônico recebe a informação da temperatura da água de entrada no chuveiro através de um sensor instalado antes do misturador de água quente e fria conforme figura 10 e realiza a modulação automática para a condição pré-ajustada de temperatura para o conforto do banho.

Figura 10 - Instalação do dispositivo eletrônico e sensor em uma UDA
Fonte: Autor (fotos extraídas no local)

Com o conjunto montado pode ser verificada e monitorada a temperatura da água fria e quente automaticamente, fazendo o decaimento da potência de acordo com a temperatura da água, possibilita controlar potências por horários específicos, controlar por dias específicos, controlar o tempo de banho, gerar relatórios entre outras funções.

Pode ser acionado e controlado o aquecimento elétrico no instante inicial, para que não ocorra desperdício de água, até que a mesma atinja a temperatura de utilização (39ºC), pois o aquecimento inicial ocorre no ponto de saída da água para o banho, aquecendo instantaneamente, sendo modulado no decorrer das variações de vazão e temperatura da água de abastecimento.

Figura 11 – Conjunto completo montado em uma UDA
Fonte: Autor (foto extraída no local)

As características do aquecimento solar térmico e chuveiro híbrido utilizados para esse empreendimento estão indicados a seguir:

Sistema solar térmico (coletor solar / reservatório térmico)
Heliotek Máquinas e Equipamentos Ltda - Modelo MK 200, 200 litros, material tubulação de cobre e placa de vidro, comprimento 1,85 m x largura 0,85 m com conexões de ¾”, circulação por termossifão (sem bomba de circulação), baixa pressão 5 mca, corpo interno e tubulação em aço inoxidável AISI 304, isolamento térmico em poliuretano expandido, revestimento externo em chapa de alumínio, tampas termoformadas em ABS resistente a UV.
Chuveiro híbrido
Fabricante Energias (sistema ESCOs) / Cardal, Tensão 220V,Potência 5500W, vazão máxima 5 litros, fiação bitola fase: 4 mm^2 , sistema de aterramento: 2,5 mm^2, disjuntor termomagnético 32 A, compatível com DR. 30 mA
Dispositivo Eletrônico (GDP)
Fabricante Energias (sistema ESCOs), Marca Energias Modelo controlador, Tensão 220V, Potência 5500W. O sistema de aterramento do Gerenciador de Demanda e Potência (GDP, modulo controlador) está ligado ao sistema de aterramento do chuveiro via conexão do cabo manga / conector molex, Sensor de temperatura NTC 20K Blindado

Outro fato importante é o estimulo a evolução na tecnologia como é o caso do chuveiro hibrido e o seu aprimoramento observado no evento realizado dias 23 e 24 de novembro de 2011 pelo SEBRAE SP no IV Fomenta Nacional 2011, São Paulo – Encontro de Oportunidades para às Micro e Pequenas Empresas nas Compras Governamentais. (Site: www.fomentasp.com.br)

O controle eletrônico de automação passou a ser incorporado ao chuveiro o que vem a facilitar a instalação e atendendo ao fator condicionante de facilidade na utilização. Como benefício, evita o desperdício de água, aquecimento instantâneo no ponto de utilização, menor consumo, utiliza só a energia necessária para complementar o aquecimento da água até a temperatura de banho, durante o tempo de uso, sendo que quando a água atingir uma temperatura igual ou superior a temperatura do banho, a ducha inteligente interrompe automaticamente o consumo de eletricidade. Possui 4 regulagem Frio, Morno (32 ^{o}C), Quente (35 ^{o}C) e mais quente (39 ^{o}C), a temperatura é constantemente monitorada e mantém a estabilização automática independentemente se a água entrar mais fria ou mais quente na ducha. Possui alerta sonoro de segurança e controle do tempo de banho, que alerta se a temperatura não é adequada ao banho, podendo haver o corte ou não da energia após um tempo determinado caso solicitado.

Figura 12 - Chuveiro Hibrido apresentado no IV Fomenta S.P.
Fonte: Autor (fotos extraídas no local)

Aparelho: Ducha elétrica para sistemas híbridos de aquecimento de água, Modelo: Enershower Flex e Enershower Clássica Flex, Tensão Nominal: 127 V. ou 220 V, Potência nominal: 5.500 W e 6.800 W, Grau de proteção:IP 24,compatível com DR 30 mA

6.1.2 Belém L (elétrico e solar térmico original de projeto)

Nas visitas ao conjunto Belém L localizado em São Paulo na Av. Celso Garcia, 2224 com 38 unidades habitacionais de 1 dormitório com metragem de 32,26 m^2, identifica-se como condição primordial para o funcionamento a medição de água ser individual na parte superior da edificação como mostrado na figura 13.

Figura 13 – Local para medição de água individual
Fonte: Autor (foto extraída no local)

O equipamento solar térmico é instalado no telhado da edificação, onde o coletor solar e o reservatório térmico são disponibilizados de forma individual para cada unidade habitacional e a tubulação de água passa internamente de forma embutida a edificação por se tratar de uma obra nova e que contempla a infraestrutura aquecimento solar térmico como ilustrado na figura 14.

Figura 14 – Local de instalação do aquecimento solar térmico
Fonte: Autor (fotos extraídas no local)

Como forma complementar para acréscimo de temperatura ou utilização em dias nublados, ou de pouco sol, foi instalado um chuveiro elétrico conforme figura 15 de potência nominal 6.800 W e 220 V.

Figura 15 – Instalação de chuveiro elétrico
Fonte: Autor (foto extraída no local)

Na visão geral do prédio, figura 16, observa-se a distribuição solar térmico de forma uniforme permitindo a individualização, o que resulta em um melhor controle e maiores cuidados por parte de cada morador.

Figura 16 - Visão geral da obra Belém "L"

Fonte: Autor (foto do local)

As características e dados técnicos do sistema solar térmico estão indicados:

Sistema solar térmico (coletor solar)
Fabricante Heliotek Máquinas e Equipamentos, modelo MK 200 Aço Inox 304, Material tubulação de cobre e placa de vidro, Dimensão: comprimento 1,85 m x largura 0,85 m com conexões de ¾" ,Circulação por termossifão (sem bomba de circulação)
Reservatório Térmico
Fabricante Heliotek Máquinas e Equipamentos Ltda, modelo MK 200 Aço Inox 304, Volume 200 litros, Pressão máxima de trabalho 32 kPa / 3,3 mca, tubulação em aço inoxidável, isolamento térmico em poliuretano expandido, revestimento externo em chapa de alumínio, tampas termoformadas em ABS resistente a UV.
Sistema Elétrico (Chuveiro)
Marca Fame Modelo Super Ducha Quattro, Potência Nominal 6.800 W e 220 V, Minidisjuntor Bipolar 32 A, Interruptor Residual 4P – 63 A - 30 mA.

No aquecimento elétrico as melhorias estão no controle e atendimento a evoluções tecnológicas observada junto á distribuidora de energia elétrica, como:

Redes Inteligentes (Smart Grids) e Inovação Tecnológica na Medição.

Com relação à medição de energia elétrica a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) está discutindo o modelo de medidor inteligente que passará a ser instalado nas residências em baixa tensão, permitindo que o consumidor visualize o montante de energia consumido e horário, possibilitando administrar a sua utilização, conforme site www.aneel.gov.br.

A alteração da estrutura tarifária prevê a aplicação de tarifas diferenciadas por horário de consumo, oferecendo tarifas mais baratas nos períodos em que o aquecimento é menos utilizado.

6.1.3 Bela Vista A (gás natural)

Nas visitas realizadas a obra localizada em São Paulo na Rua São Vicente, 245 / 249 na Bela Vista identifica-se que a condição primordial para o aquecimento de água para banho, onde a medição de água sempre deve ser individual, preferencialmente na parte superior como mostrado na figura 17.

Figura 17 – Local de medição individual de água Bela Vista "A"
Fonte: Autor (foto da medição individual no local)

O aquecimento de água para banho a gás natural, contempla um aquecedor de passagem de 9 litros, tiragem natural da marca Lorenzetti modelo LZ 900 GN, rendimento 82,6 %, potência 15,4 kW / 13.218 kcal/h e consumo de gás 1,39 m3/h

A adequação do ambiente para instalação do aquecedor, figura 18 requer preocupação com a ventilação, inferior e superior para garantir a saída dos gases da combustão através dos dutos de exaustão e chaminé.

A determinação do local a ser instalado o aquecedor a gás é fundamental para atender as condições do ambiente e garantir a proximidade do ponto de utilização, como mostrado a seguir.

Figura 18 – Localização e adequação do ambiente para instalação do aquecedor.
Fonte: Autor (foto extraída no local)

Como opção para melhor aproveitamento da água e condições de manutenção está disponível no local próximo a ducha um ponto de elétrica 220 V mostrado na figura 19 para a instalação de chuveiro elétrico para potência máxima de 5500 W, como ilustrado a seguir.

Figura 19 – Ponto de elétrica para ligação de chuveiro elétrico
Fonte: Autor (foto extraída no local)

Na visão geral do prédio conforme figura 20, podemos observar na imagem a direita o local de entrada de fornecimento de gás natural e na imagem a esquerda o abrigo para os medidores de forma a obter a medição individual.

Figura 20 – Local do abrigo para medidor GN – Bela Vista "A"
Fonte: Autor (fotos extraídas no local)

No segmento de gás combustível observa-se inovações tecnológicas:

Projeto de P&D e programas internos da Distribuidora de Gás Natural - Comgás Projeto 84 com os estudos para pré-montagem visando agilidade nas instalações com a utilização de Kit´s hidráulicos, preparados fora da obra e o Programa de Varejo da Comgás que possibilita a substituição do chuveiro elétrico pelo aquecedor de água a gás natural, realizando a instalação e venda do aparelho a custos acessíveis e parcelados em até 24 vezes, diretamente na conta de consumo do gás, favorecendo residências onde contempla a rede de distribuição do gás canalizado. Complementando com a disponibilização gratuita no site WWW.comgas.com.br do RIP - Regulamento de Instalações Prediais – Gás e o Software de Dimensionamento – instalações prediais, Gás.

Conforme tabela de consumo / eficiência energética do INMETRO no site WWW.inmetro.gov.br observa-se os fabricantes etiquetando aquecedor de água a gás tipo instantâneo de menor capacidade de vazão em l/min., para atender a necessidade do mercado, onde na tabela de consumo / eficiência energética aparelhos da Harman 6,5 l/min, Gazlux 3,1 l/min, Inova 6 l/min, Equibras 6 l/min, Komeco 6,5 l/min, Lorenzetti 7 l/min, Mitsumaru 3 l/min, Nordike 6 l/min, Orbis 6 l/min, Profax 5,5 l/min, Rinnai 7 l/min, ou seja, valores próximos ao do chuveiro elétrico, tendo acompanhado ainda o desenvolvimento de aquecedor para essa condição de 5 litros em parceria a Comgás e Lorenzetti.

Existem aquecedores como da Harman modelo YS 534 de 6,5 l/min sem chaminé incorporando dispositivo de segurança Oxygen Depletion Sensor - ODS (Sensor de Consumo de Oxigênio), facilitando a instalação em ambientes pequenos.

A grande evolução está na ação conjunta de todos os segmentos envolvidos em busca de soluções eficientes de fácil instalação, utilização e voltadas à preservação do meio ambiente pensando no futuro.

As inovações tecnológicas voltadas para instalações prediais estão evoluindo constantemente como podemos ver nos resultados apresentados nos vários eventos do Prêmio Masterinstal que é um evento de premiação do setor de instalações, realizado pelo SINDINSTALAÇÃO - Sindicato da Indústria de Instalação e pela ABRINSTAL - Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência das Instalações, em parceria com GARRIDO MARKETING, site WWW.premiomasterinstal.com.br

Atividades desenvolvidas pela Cátedra do Gás que é um projeto de pesquisa e desenvolvimento da Comgás e do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE - USP), voltadas para ampliar o conhecimento das vantagens técnicas e econômicas do gás natural para diversos usos, criação de uma cultura de uso do combustível, Workshop como o Solar Gás e a coletânea dos cases ouro, prata e bronze contemplados nos Prêmios do Masterinstal no segmento de gases combustíveis e contribuição com os projetos normativos do setor, site WWW.catedradogas.iee.usp.br.

6.2 ESTUDO TEÓRICO UTILIZANDO CÁLCULOS NORMATIVOS (EQUIVALÊNCIA)

No estudo teórico com base em cálculos, leva-se em consideração a mesma condição de conforto adotando-se a mesma faixa de potência para chuveiro elétrico, aquecedor de água a gás (GLP e GN) instantâneo conforme tabela 2, utilizando dados de consumo de energia do PBE do INMETRO e normas técnicas da ABNT, onde chama a atenção para oportunidade de numa configuração combinada obter o melhor de cada fonte de energia com menor custo, administrando a quantidade e duração do banho em sintonia com a utilização da eletricidade e gás combustível nas outras aplicações em uma residência, conforme detalhamento no Anexo B.

Como premissa para obter a mesma condição de conforto e assegurar a equivalência entre as potências, considera-se o PCS do gás combustível, o rendimento dos aparelhos na pior condição.

Para uma UDA onde residem quatro pessoas e banhos diários utilizando chuveiro, sendo:

Potência 5500 W eficiência 95% (5225 W) e eficiência 100% (5500 W)

Aquecedor a Gás equivalente com rendimento variando de 76% à 82%, temos:

Potência 5225 W (82% 6371,95 W) a (76% 6875,00 W);

Potência 5500 W (82% 6707,32 W) a **(76% 7236,84 W)**;

Considerada a potência de 5500 W por ser a de maior representatividade conforme programa de etiquetagem do Inmetro, Abinee e CDHU.

Faixa (5500) Elétrico 6371,95 W a **7236,84 W (pior condição)**

Faixa (5500) AQC GLP 0,46 kg/h a **0,53 kg/h (pior condição)**

Faixa (5500) AQC GN 0,58 m^3/h a **0,65 m^3/h (pior condição)**

Banho padrão conforme ABNT 12089 e RESP 002 INMETRO temos:

Nº padrão de dias no mês = 30 dias

Tempo padrão de banho (ABNT) = 8 min = 0,13 h

Número de pessoas na unidade = 4 pessoas, sendo 1 banho padrão / Pessoa

Utilizando a formula da Portaria 119 do Inmetro temos consumo em GLP (kg/h) = kW x 7,26/100) e pela formula da NBR 8130 temos como V = vazão volumétrica GN (m^3/h) portanto kW = 0,278 x V(m^3/h) x PCS, onde o PCS =39,87 MJ/ m^3

Tabela 2- Equivalência de consumo elétrico e gases combustíveis.

Número	**Elétrico**	Consumo	Valor	**GLP**	Consumo	Valor	**GN**	Consumo	Valor
Banhos	**W**	kWh	R$	**kg/h**	Kg	R$	**m^3/h**	m^3	R$
4	5.225 W	83,60	34,20	1,85	7,40	**25,05**	2,30	9,20	28,69
4	5.500 W	88,00	35,78	2,10	8,40	**28,45**	2,61	10,45	32,58

O custo na utilização do gás combustível é inferior ao custo com eletricidade no mínimo em 10%. Considerado que o consumo de eletricidade destina-se ainda a outras aplicações como iluminação, aparelhos eletrodomésticos e outros, assim como o consumo de gás combustível (GLP e GN) bastante utilizado para outras aplicações como cocção, se considerar que os valores mais baixos de tarifa de gás natural para o segmento residencial estão entre 3,01 m^3 e 14 m^3, conforme observado na tabela 3 pela inclinação das retas do gráfico, como segue.

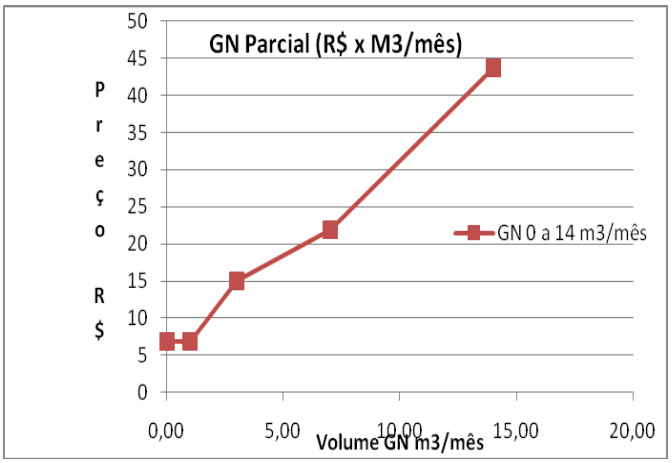
Tabela 3 – Tarifa do GN / Comgás

Tarifas do Gás Natural Canalizado
Área de Concessão da Comgás
Deliberação ARSESP nº 234, de 27/05/2011, com vigência a partir de 31/05/2011

Segmento Residencial

		Valores sem ICMS		Valores com ICMS	
Classes	Volume m³/mês	Fixo - R$/mês	Variável - R$/m³	Fixo - R$/mês	Variável - R$/m³
1	0,00 a 1,00 m³	6,01	0	6,83	0
2	1,01 a 3,00 m³	6,01	3,601711	6,83	4,092853
3	3,01 a 7,00 m³	6,01	1,505238	6,83	1,710498
4	7,01 a 14,00 m³	6,01	2,736650	6,83	3,109830
5	14,01 a 34,00 m³	6,01	3,087868	6,83	3,508941
6	34,01 a 600,00 m³	6,01	3,342609	6,83	3,798419
7	600,01 a 1.000,00 m³	6,01	2,826775	6,83	3,212244
8	> 1.000,00 m³	6,01	1,847408	6,83	2,099327

Nota do Faturamento: Os encargos variáveis são aplicados em cascata e o encargo fixo é aplicado na classe do consumo.



Fonte: Site Comgás Tabela) e gráfico do autor

Com relação a eletricidade observamos um salto no valor da eletricidade devido a incidência do ICMS sobre a conta de energia elétrica que apresenta alícota diferenciada segundo o gasto realizado pelo consumidor, sendo 12% até 200 kW e 25% acima de 200 kW, essa alteração no imposto acima de 200 kW, como mostrado na figura 21, leva a um ganho maior utilizando gás para aquecimento de água para banho, pois além da diminuição advinda da substituição da eletricidade pelo gás natural tem uma redução no consumo de energia elétrica ficando em patamares menores que 200 kWh.

Como o imposto integra a sua própria base de cálculo (imposto calculado por dentro), a alícota efetiva é superior a alícota nominal como segue:

Alícota nominal 12 % Alícota efetiva 13,636%

Alícota nominal 25 % Alícota efetiva 33,333%

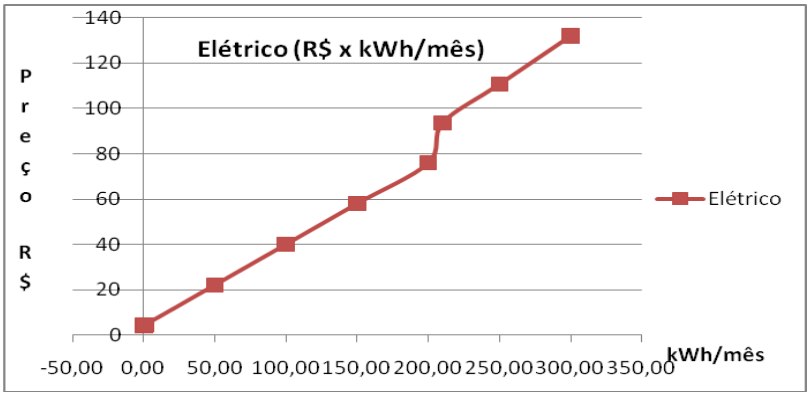


Figura 21 - Gráfico ilustrativo Consumo Elétrico x Preço

Fonte: Autor

O que leva a defender a infraestrutura combinada inicial como fundamental e adequada para as três configurações de aquecimento de água (solar, elétrico e gás combustível), pois a sua construção em etapa futura é onerosa e desgastante ao usuário.

6.3 ESTUDO COMPARATIVO DE CINCO INFRAESTRUTURAS

Utilizou-se um "Projeto Típico" com aquecimento solar térmico e elétrico para aquecimento de água para banho e gás natural apenas para cocção. A comparação do aquecimento de água para banho foi desmembrada em elétrico; gás natural; combinado solar térmico e elétrico; combinado solar térmico e gás natural; e combinado solar térmico, elétrico e gás natural. O objetivo é comparar economicamente as configurações e analisar os ganhos quando realizados no projeto inicial e na construção da obra.

No aquecimento solar térmico para complementar os dias nublados, frios ou com incidência solar muito baixa, sempre estará contemplando uma forma complementar que será um aquecedor instantâneo a gás natural ou aquecedor elétrico (chuveiro).

Para cada opção observaremos os custos de aquisição, instalação, infraestrutura, operação e manutenção para cada configuração e suas peculiaridades.

Nota: O GLP foi excluído do estudo em razão dos fatores condicionantes ligados a área comum ocupada, às condições de operação, abastecimento e segurança.

6.3.1 Solar térmico e elétrico (condição de projeto)

Empreendimento "Projeto Típico" figura 22.

Dados da instalação: 38 unidades habitacionais (32,26 m^2)
Gás Combustível: Gás Natural, Pressão de operação: 250 mmca
Material da tubulação: cobre, classe "A"
Fogão 4 bocas Potência 7000 kcal/h e Chuveiro elétrico: 6.800 W / 220V

Figura 22 - Planta com as vistas do empreendimento "Projeto Típico"
Fonte: CDHU

Para visualização da disposição dos aparelhos e infraestrutura ilustra-se com as plantas dos pavimentos tipos para os 4 andares da edificação conforme figura 23.

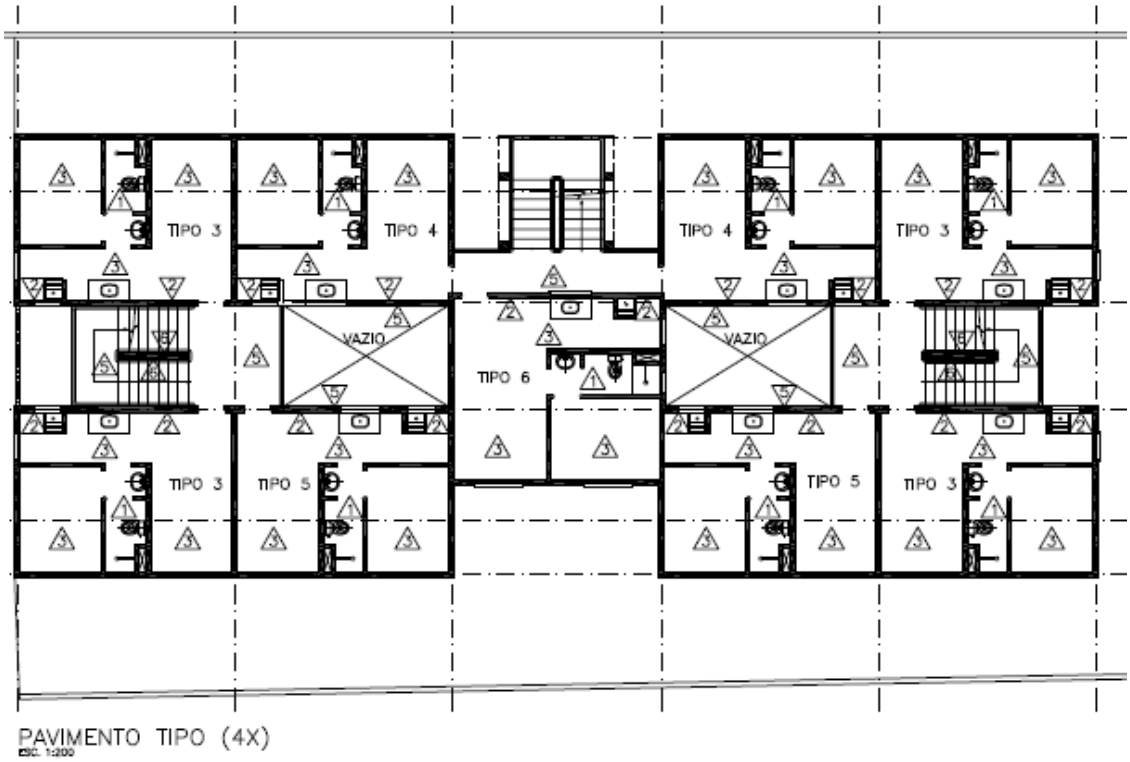


Figura 23 - Planta pavimento tipo do "Projeto Típico"

Fonte: CDHU

Unidade Tipo 1 localizada no andar térreo, figura 24, em conformidade com o Desenho Universal, contemplando acessibilidade por pessoas deficientes físicas ilustrada na planta do térreo.

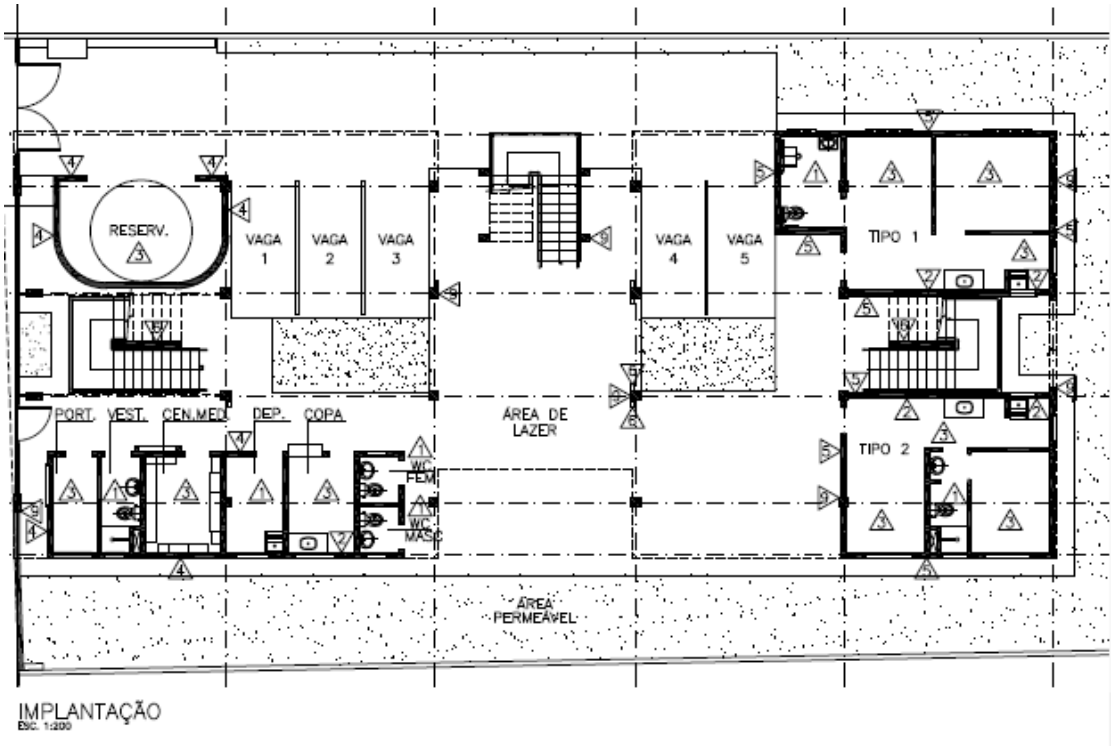


Figura 24 - Planta térreo em conformidade ao Desenho Universal "Projeto Típico"
Fonte: CDHU

6.3.1.1 Aquisição (solar térmico e elétrico)

Considerou-se o custo de aquisição dos aparelhos para aquecimento solar térmico e elétrico (chuveiro) e mão de obra para instalação dos mesmos.

Tabela 4- Custo de aquisição e instalação (solar + elétrico)

Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Chuveiro elétrico Fame 6.800 W / 220 V.	34,59	38	1314,42
2	Mão de Obra para instalação do chuveiro	10,99	38	417,62
3	Reservatório térmico inox (boiler) Heliotek MK 200 fornecimento e instalação	692,13	38	26.300,75
4	Coletro solar horizontal 171X100X6CM - Fornecimento e instalação	553,11	38	21.017,99
Total		1.290,81		49050,78

6.3.1.2 Infraestrutura (solar térmico e elétrico)

A configuração para gás natural mostrada na figura 25 foi projetada apenas para atendimento ao aparelho de cocção de potência 7000 kcal/h, utilizando tubulação de cobre de DN 15 mm:

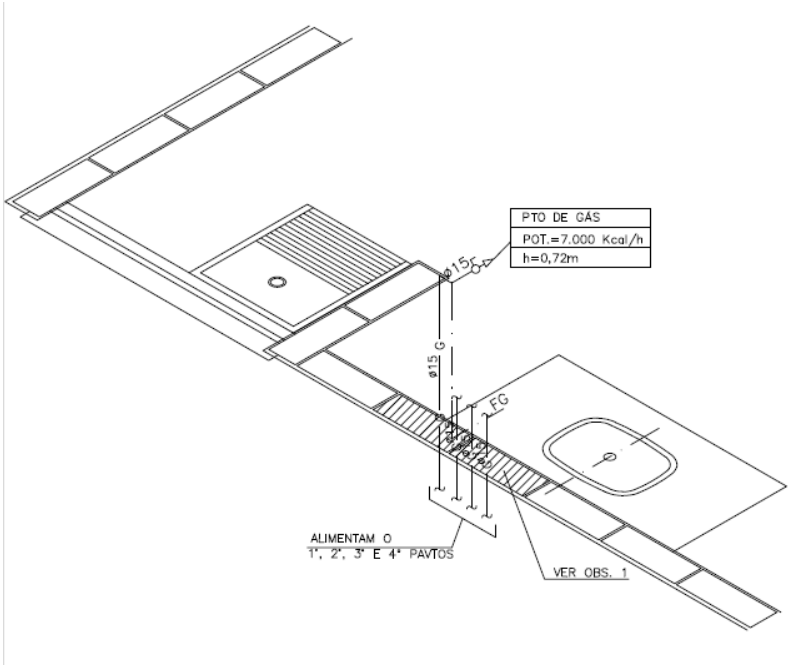


Figura 25 – Ilustração do ponto de fornecimento de GN para cocção
Fonte: CDHU

O projeto estabelece na tabela 5 tubo de cobre de DN 15 mm para o trecho entre o medidor individual e a unidade de consumo, para atendimento apenas do aparelho de cocção.

Tabela 5- Dados de projeto - Gás.

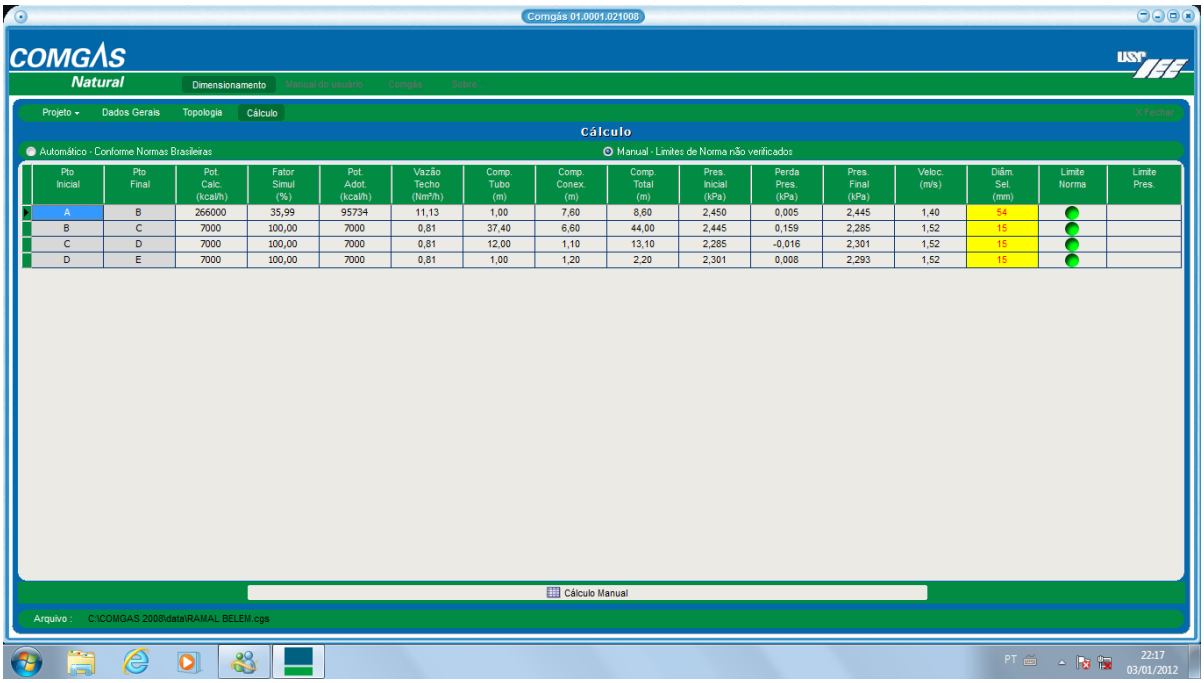
GÁS			
MATERIAL – COBRE SOLDÁVEL ESPESSURA MÍNIMA DE 0,80mm			
ITEM	BITOLA	IDENTIFICAÇÃO DAS CONEXÕES	QUANTIDADE
TAMPÃO	ø15	01	36 pç
COTOVELO 90°	ø15	02	162 pç
CURVA 45°	ø15	03	08 pç
TUBO	ø15		280,00m

PISO DO TÉRREO AO 4° PAVTO

Fonte: CDHU

Utilizando o software de dimensionamento da Comgás disponível para download no site da mesma, confirma-se o dimensionamento encontrado, conforme tabela 6, analisando o trecho mais distante, de melhor representatividade.

Tabela 6- Confirmação do dimensionamento utilizando o software da Comgás



Pto Inicial	Pto Final	Pot. Calc. (kcal/h)	Fator Simul (%)	Pot. Adot. (kcal/h)	Vazão Techo (Nm³/h)	Comp. Tubo (m)	Comp. Conex. (m)	Comp. Total (m)	Pres. Inicial (kPa)	Perda Pres. (kPa)	Pres. Final (kPa)	Veloc. (m/s)	Diâm. Sel. (mm)	Limite Norma	Limite Pres.
A	B	266000	35,99	95734	11,13	1,00	7,60	8,60	2,450	0,005	2,445	1,40	54		
B	C	7000	100,00	7000	0,81	37,40	6,60	44,00	2,445	0,159	2,285	1,52	15		
C	D	7000	100,00	7000	0,81	12,00	1,10	13,10	2,285	-0,016	2,301	1,52	15		
D	E	7000	100,00	7000	0,81	1,00	1,20	2,20	2,301	0,008	2,293	1,52	15		

Ilustra-se através do diagrama isométrico a distribuição da tubulação de gás para atendimento às unidades de consumo, figura 26, sendo os dados para confirmação conforme indicado anteriormente, considerando as unidades mais distantes.

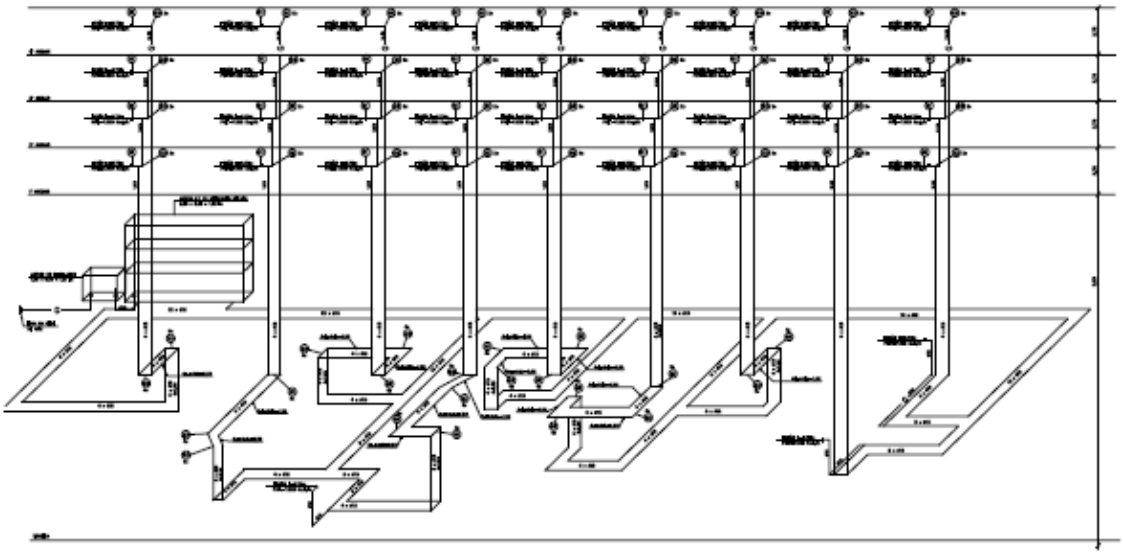


Figura 26 – Ilustração do isométrico da instalação de gás natural

Fonte: CDHU

O aquecimento de água para banho solar térmico foi projetado para atendimento de forma individualizada a cada unidade de consumo, posicionado na área superior da edificação, utilizando-se de uma estrutura conforme ilustrado na figura 27 para suportar o reservatório

(boiler) e placa solar térmica para cada unidade de consumo, estabelecendo uma inclinação para melhor aproveitamento da radiação solar.

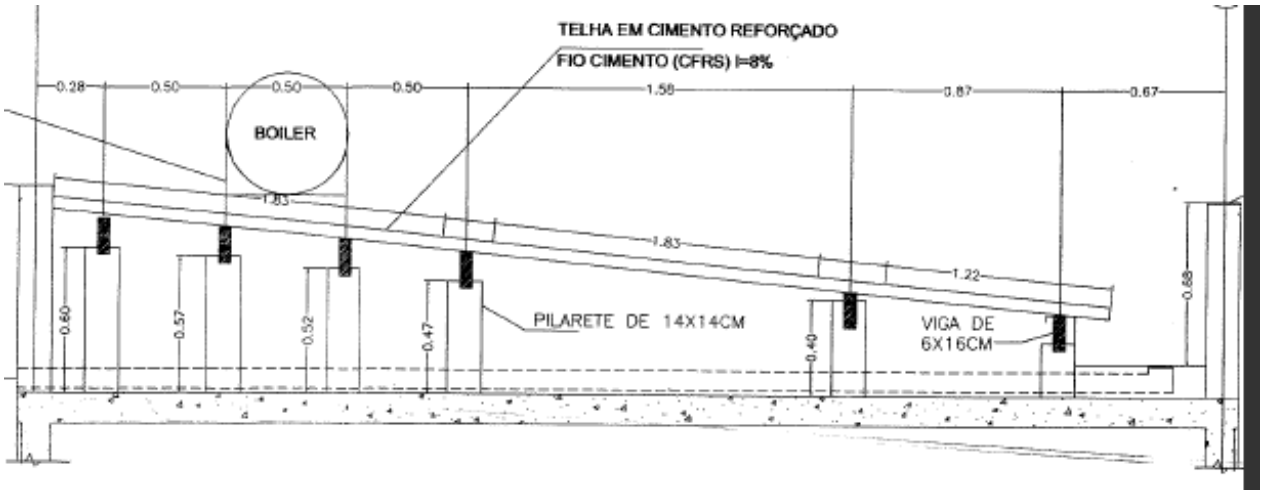


Figura 27 – Ilustração da estrutura de sustentação do sistema solar térmico
Fonte: CDHU

Os produtos utilizados e as características técnicas do aquecimento solar térmico são do fabricante Heliotek Máquinas e Equipamentos, modelo MK 200 Aço, corpo interno aço inoxidável AISI 304, tubulação em aço inoxidável, isolamento térmico em poliuretano expandido, revestimento externo em chapa de alumínio, tampas termoformadas em ABS resistente a UV, reservatório térmico de 200 litros, placa com tubulação de cobre e vidro (comprimento 1,85 m x largura 0,85 m) com circulação por sistema termossifão (sem bomba de circulação), dispostos como ilustrado na figura 28.

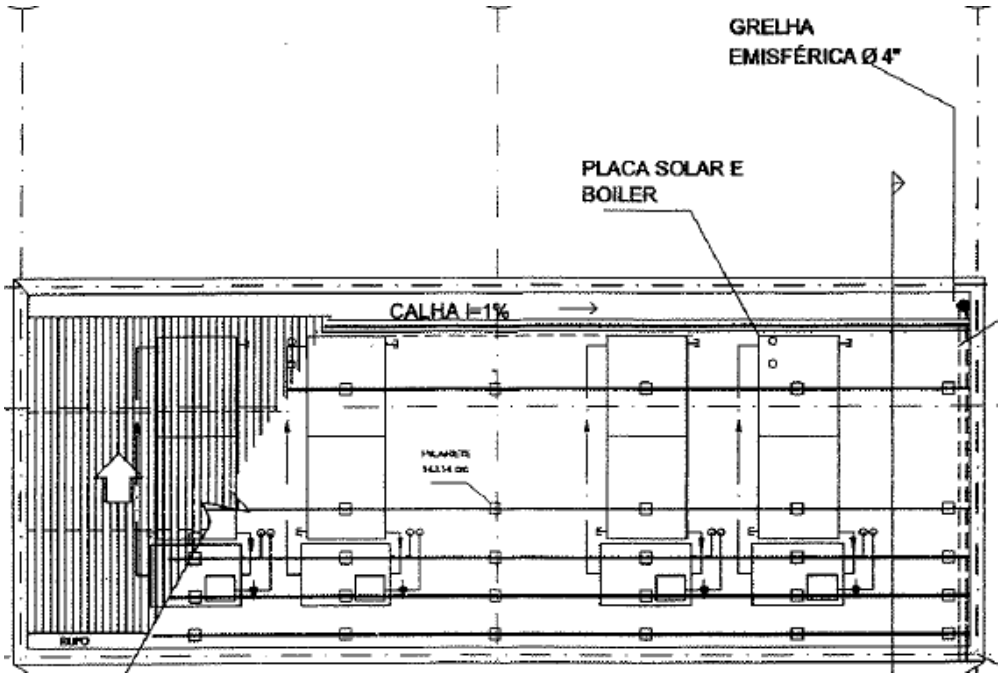


Figura 28 – Ilustração da disposição do sistema solar térmico
Fonte: CDHU

O aquecimento de água para banho elétrico de passagem (chuveiro) foi projetado para potência 6.800 W alimentado em 220 V, uso individual, instalado no ponto de utilização, utilizando fiação de seção 4 mm^2 e minidisjuntor bipolar de 32 A, ilustrado na figura 29 com o digrama unifilar da instalação elétrica de um apartamento tipo.

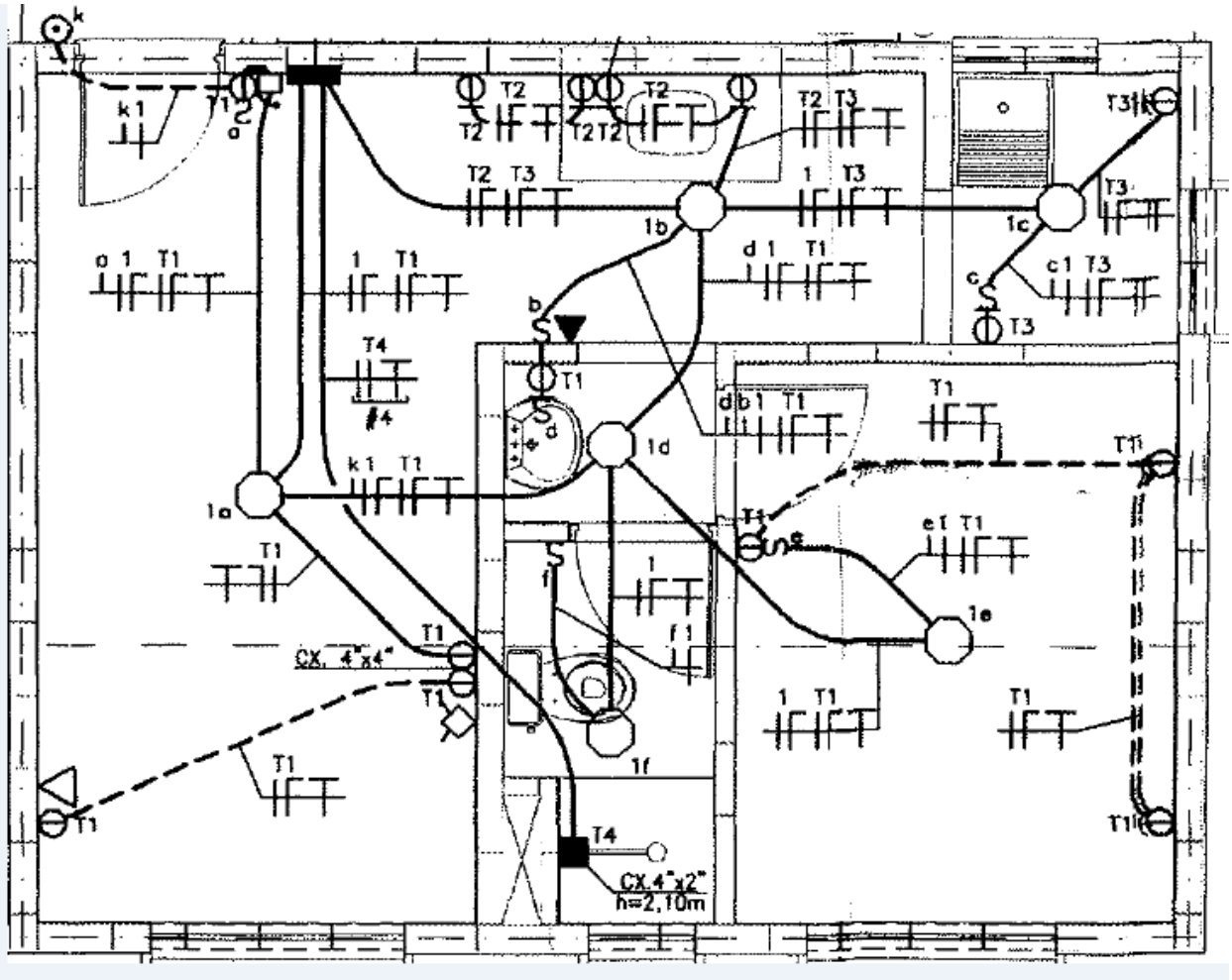


Figura 29 – Diagrama unifilar da instalação elétrica apartamento tipo
Fonte: CDHU

O projeto contempla a instalação elétrica de iluminação e força (tomadas) para atendimento a unidade de consumo, como mostrado na tabela 7.

Tabela 7- Relação de material elétrico do apartamento tipo.

ITEM	MATERIAL DO APARTAMENTO (x 38)	QUANT.	UNID.
1	QUADRO ELÉTRICO DE EMBUTIR PARA 12 DISJUNTORES, PADRÃO DIN, NÃO COMBUSTÍVEL	1	PÇ
2	MINIDISJUNTOR MONOPOLAR 16A	1	PÇ
3	MINIDISJUNTOR MONOPOLAR 20A	3	PÇ
4	MINIDISJUNTOR BIPOLAR 25A	–	PÇ
5	MINIDISJUNTOR BIPOLAR 32A	1	PÇ
6	INTERRUPTOR RESIDUAL 4P – 63A – 30mA	1	PÇ
7	INTERRUPTOR RESIDUAL 4P – 80A – 30mA	–	PÇ
8	ELETRODUTO EM PVC FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, NÃO PROPAGANTE DE CHAMA		
	ø 3/4"	75	m
	ø 1"	–	m
9	FIO DE COBRE ELETROLÍTICO PARA ISOLAÇÃO 750V PARA FASE		
	1,5 mm2	46	m
	2,5 mm2	56	m
	4,0 mm2	20	m
10	FIO DE COBRE ELETROLÍTICO ISOLAÇÃO 750V PARA NEUTRO NA COR AZUL		
	1,5 mm2	32	m
	2,5 mm2	56	m
	4,0 mm2	–	m
11	FIO DE COBRE ELETROLÍTICO ISOLAÇÃO 750V PARA TERRA NA COR VERDE		
	2,5 mm2	50	m
	4,0 mm2	10	m
12	FIO DE COBRE ELETROLÍTICO ISOLAÇÃO 750V PARA RETORNO NA COR BRANCA		
	1,5 mm2	26	m
13	PLAFONIER COM SOQUETE E-27, EM PORCELANA EXTRA LEVE	6	PÇ
14	INTERRUPTOR PARALELO 10A – 250V COM PLACA TERMOPLÁSTICA E PARAFUSOS	–	PÇ
15	PLACA TERMOPLÁSTICA 4" x 2" COM FURO NO CENTRO PARA CHUVEIRO E TV	2	PÇ
16	CAIXA OCTOGONAL FM EM PVC	6	PÇ
17	CAIXA EM PVC – 4"x 2"	16	PÇ
18	CAIXA EM PVC – 4"x 4"	5	PÇ
19	CONJUNTO DE DUAS TOMADAS 2P+T, COMPLETA, COM PLACA E PARAFUSOS, PARA CAIXA 4"X4"	2	PÇ
20	CONJUNTO DE UMA TOMADA 2P+T E UMA INTERRUPTOR SIMPLES, COM PLACA E PARAFUSOS, PARA CAIXA 4"X4"	2	PÇ
21	TOMADA DE 2 POLOS + TERRA , UNIVERSAL 15A – 125/250V, COM PLACA TERMOPLÁSTICA E PARAFUSOS	8	PÇ
22	CIGARRA DE EMBUTIR 60 Hz, COM PLACA TERMOPLÁSTICA PARA CAIXA 4" X 2"	1	PÇ
23	ACIONADOR DE CAMPAINHA COM SINO GRAVADO, COM PLACA TERMOPLÁSTICA PARA CAIXA 4"x 2"	1	PÇ
24	INTERRUPTOR SIMPLES 10A – 250V COM PLACA TERMOPLÁSTICA E PARAFUSOS	4	PÇ
25	TOMADA PARA TELEFONE PADRÃO TELEBRÁS, PARA CAIXA 4" x2" COM PLACA TERMOPLÁSTICA E PARAFUSOS	1	PÇ
26	TOMADA PARA INTERFONE, PARA CAIXA 4" x2" COM PLACA TERMOPLÁSTICA E PARAFUSOS	1	PÇ
27	FIO PARA TELEFONE CCI-50 – 2 PARES	10	m

Fonte: CDHU

O aquecimento de água para banho solar térmico e elétrico de passagem (chuveiro), contempla registros para mistura da água quente e água fria, sendo complementado quando necessário pelo o aquecimento de água para banho elétrico de passagem (chuveiro), a figura 30 ilustra a localização da tubulação e registros para a realização do ajuste da temperatura da água para o banho.

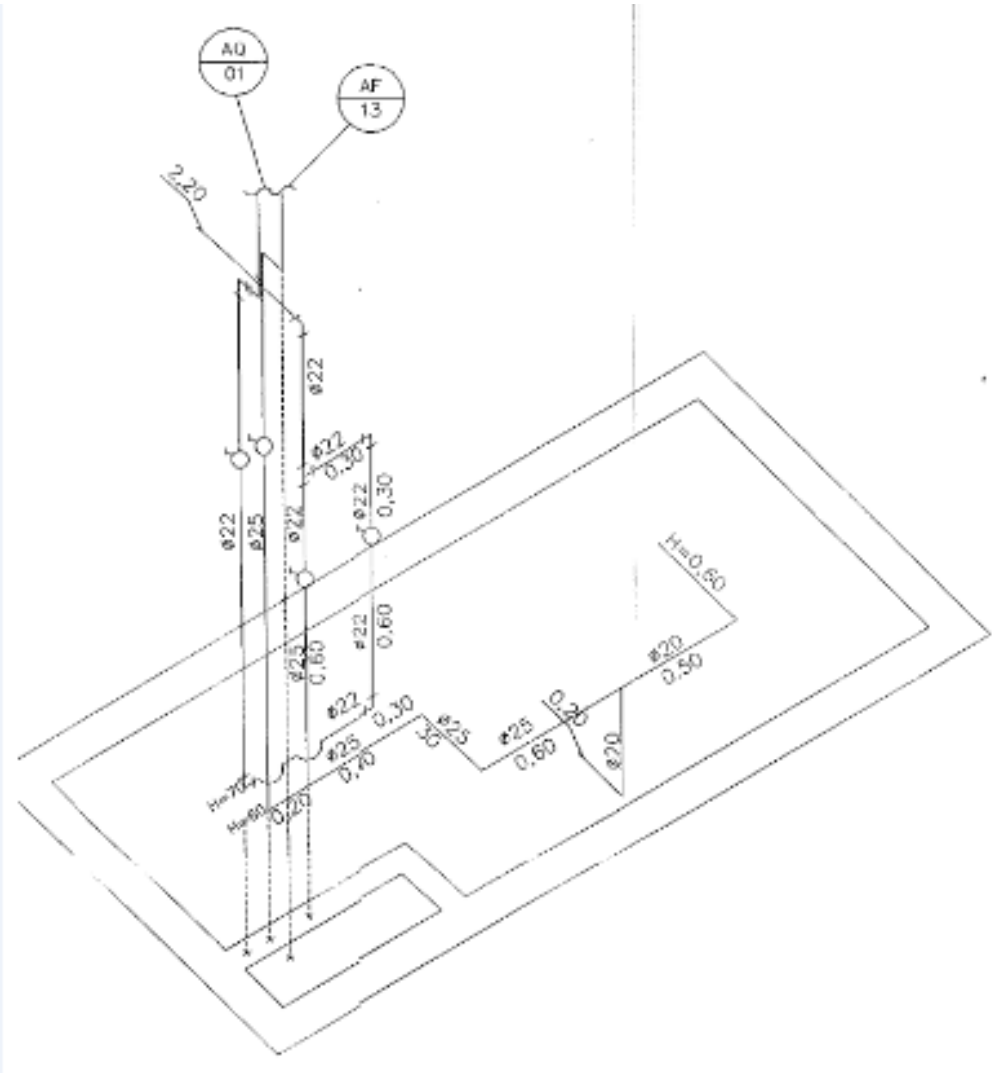


Figura 30 – Ilustração da instalação para mistura de água quente e fria
Fonte: CDHU

Considerou-se apenas o custo com infraestrutura necessária para o aquecimento de água para o banho solar térmico e elétrico (chuveiro) e mão de obra para instalação dos mesmos.

Tabela 8 - Custo da infraestrutura (solar + elétrico)

SISTEMA AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO E ELÉTRICO (CHUVEIRO)		Custo Total R$		128835,57
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Minidisjuntor Bipolar 32 A	36,05	38	1369,9
2	Eletroduto em PVC flexível corrugado reforçado, não propagante de chama	4,66	380	1770,8
3	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para fase	3,34	760	2538,4
4	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para terra na cor verde	3,34	380	1269,2
5	Caixa em PVC - 4" x 2"	3,44	38	130,72
6	Espelho 4" x 2" para chuveiro	1,82	38	69,16
7	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	1252,86
8	Acrescimo a cobertura, Pilarete de 14 x 14 cm, vigas 6 x 16 cm , ferragem	76,97	38	2.924,73
9	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro e M.O.	866,75	38	32936,47
10	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	934,80	38	35522,55
Total		1942,16		79784,79

6.3.1.3 Custo inicial (solar térmico e elétrico)

Investimento na configuração solar térmico e elétrico onde o gás natural atende apenas ao aparelho de cocção, como ilustrado a seguir.

Tabela 9- Custo inicial (solar + elétrico)

SISTEMA AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO E ELÉTRICO (CHUVEIRO)		Custo Total R$		128835,57
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Minidisjuntor Bipolar 32 A	36,05	38	1369,9
2	Eletroduto em PVC flexível corrugado reforçado, não propagante de chama	4,66	380	1770,8
3	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para fase	3,34	760	2538,4
4	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para terra na cor verde	3,34	380	1269,2
5	Caixa em PVC - 4" x 2"	3,44	38	130,72
6	Espelho 4" x 2" para chuveiro	1,82	38	69,16
7	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	1252,86
8	Acrescimo a cobertura, Pilarete de 14 x 14 cm, vigas 6 x 16 cm , ferragem	76,97	38	2.924,73
9	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro e M.O.	866,75	38	32936,47
10	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	934,80	38	35522,55
Total		1942,16		79784,79
Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Chuveiro elétrico Fame 6.800 W / 220 V.	34,59	38	1314,42
2	Mão de Obra para instalação do chuveiro	10,99	38	417,62
3	Reservatório térmico inox (boiler) Heliotek MK 200 fornecimento e instalação	692,13	38	26.300,75
4	Coletro solar horizontal 171X100X6CM - Fornecimento e instalação	553,11	38	21.017,99
Total		1.290,81		49050,78

6.3.2 Elétrico (chuveiro)

Analise dos custos com aquecimento elétrico (chuveiro) compreende os custos iniciais onde tem-se os investimentos com aquisição / instalação e os custos com infraestruturas.

6.3.2.1 Aquisição (elétrico – chuveiro)

Considerou-se o custo de aquisição dos aparelhos para o sistema elétrico (chuveiro) e mão de obra para instalação dos mesmos.

Tabela 10- Custo de aquisição e instalação (chuveiro elétrico)

Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Chuveiro elétrico Fame 6.800 W / 220 V.	34,59	38	1314,42
2	Mão de Obra para instalação do chuveiro	10,99	38	417,62
Total		45,58		1732,04

6.3.2.2 Infraestrutura (elétrico – chuveiro)

A configuração elétrica (chuveiro) foi considerada apenas o necessário a complementar a instalação elétrica, levando-se em conta que a parte referente à iluminação e força não fazem parte do aquecimento e conforme NBR 5410 e LIG 2007 da AES Eletropaulo estabelecem bitolas mínimas de fiação, não alterando os demais trechos da instalação.

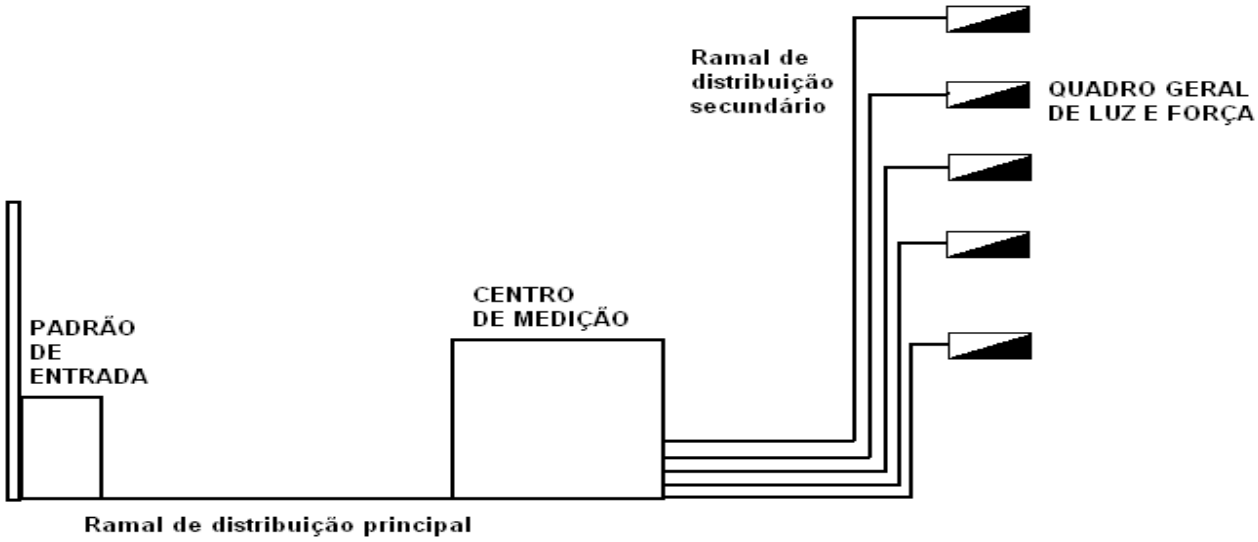


Figura 31 - Isométrico da instalação elétrica

Portanto considera-se apenas a parte interna a unidade habitacional, contemplando a infraestrutura necessária para a instalação do chuveiro.

Tabela 11- Custo da infraestrutura (chuveiro elétrico)

SISTEMA AQUECIMENTO ELÉTRICO (CHUVEIRO)		Custo Total R$		10133,08
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Minidisjuntor Bipolar 32 A	36,05	38	1369,9
2	Eletroduto em PVC flexível corrugado reforçado, não propagante de chama	4,66	380	1770,8
3	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para fase	3,34	760	2538,4
4	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para terra na cor verde	3,34	380	1269,2
5	Caixa em PVC - 4" x 2"	3,44	38	130,72
6	Espelho 4" x 2" para chuveiro	1,82	38	69,16
7	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	1252,86
Total				8401,04
bitola prumada 10 mm2 (mínimo por norma NBR 5410 e lig 2007 AES Eletropaulo) sem alteração				

6.3.2.3 Custo inicial (elétrico – chuveiro)

Investimento na configuração elétrica (chuveiro) onde o gás combustível (GN) atende apenas ao aparelho de cocção, como ilustrado a seguir.

Tabela 12- Custo inicial (chuveiro elétrico)

SISTEMA AQUECIMENTO ELÉTRICO (CHUVEIRO)		Custo Total R$		10133,08
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Minidisjuntor Bipolar 32 A	36,05	38	1369,9
2	Eletroduto em PVC flexível corrugado reforçado, não propagante de chama	4,66	380	1770,8
3	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para fase	3,34	760	2538,4
4	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para terra na cor verde	3,34	380	1269,2
5	Caixa em PVC - 4" x 2"	3,44	38	130,72
6	Espelho 4" x 2" para chuveiro	1,82	38	69,16
7	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	1252,86
Total				8401,04
bitola prumada 10 mm2 (mínimo por norma NBR 5410 e lig 2007 AES Eletropaulo) sem alteração				
Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Chuveiro elétrico Fame 6.800 W / 220 V.	34,59	38	1314,42
2	Mão de Obra para instalação do chuveiro	10,99	38	417,62
Total		45,58		1732,04

6.3.3 Gás Natural

Análise dos custos com o aquecimento gás natural compreende os custos iniciais onde tem-se os investimentos com aquisição / instalação e infraestruturas.

6.3.3.1 Aquisição (gás natural)

Considerou-se o custo de aquisição dos aparelhos para o aquecimento com gás natural e mão de obra para instalação dos mesmos.

Tabela 13- Custo de aquisição e instalação (gás natural)

Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	AQC instantâneo Lorenzetti 8 L , Ducha 8 L, Registro, chaminé e terminal	367,77	38	13975,26
2	Mão de Obra para instalação do Aquecedor a gás	10,99	38	417,62
Total		378,76		14392,88

6.3.3.2 Infraestrutura (gás natural)

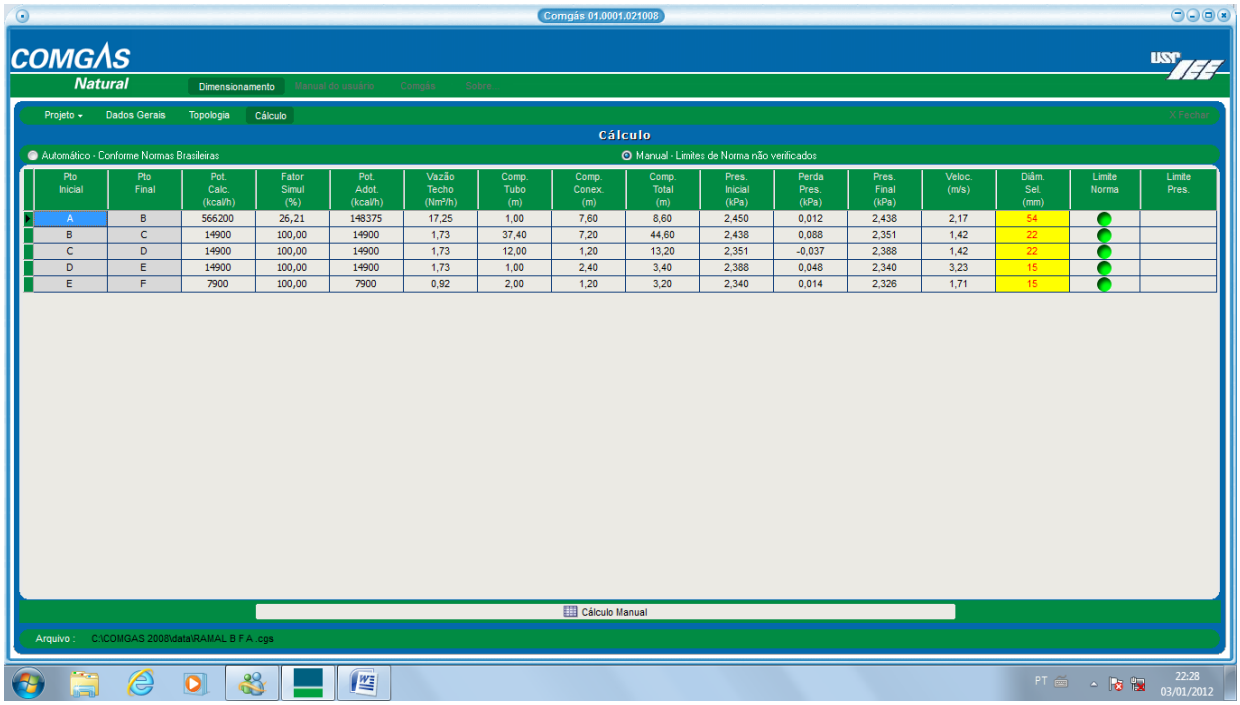
A configuração gás natural foi considerada apenas o necessário a complementar a instalação até o aquecedor a gás e a substituição da tubulação de cobre e suas conexões de DN 15 mm para DN 22 mm para atendimento a qualquer unidade de consumo.

Tabela 14- Custo da infraestrutura (gás natural)

SISTEMA AQUECIMENTO GÁS COMBUSTÍVEL (Aquecedor instantâneo / passagem)		Custo Total R$		26853,62
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Acrescentar 2m Tubulação de cobre diâmetro 22 mm classe "E"	17,98	38	1366,48
2	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
3	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro	168,57	38	6405,66
4	Tubulação PVC AF DN 25 , conexões e válvulas	7,71	38	292,98
5	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	417,62
Total				12460,74

Utilizando o software de dimensionamento da Comgás, determina-se a substituição da tubulação de cobre de alguns trechos de DN 15 mm para DN 22 mm e foi adotada essa condição para todas as unidades de consumo e toda a extensão da tubulação, independente de trechos que poderiam utilizar DN 15 mm.

Tabela 15- Dimensionamento utilizando o software da Comgás (Fogão+AQC)



Comgás 01.0001.021008

COMGÁS Natural

Dimensionamento | Manual do usuário | Comgás | Sobre...

Projeto | Dados Gerais | Topologia | Cálculo | X Fechar

Cálculo

Automático - Conforme Normas Brasileiras | Manual - Limites de Norma não verificados

Pto Inicial	Pto Final	Pot. Calc. (kcal/h)	Fator Simul (%)	Pot. Adot. (kcal/h)	Vazão Techo (Nm³/h)	Comp. Tubo (m)	Comp. Conex. (m)	Comp. Total (m)	Pres. Inicial (kPa)	Perda Pres. (kPa)	Pres. Final (kPa)	Veloc. (m/s)	Diâm. Sel. (mm)	Limite Norma	Limite Pres.
A	B	566200	26,21	148375	17,25	1,00	7,60	8,60	2,450	0,012	2,438	2,17	54		
B	C	14900	100,00	14900	1,73	37,40	7,20	44,60	2,438	0,088	2,351	1,42	22		
C	D	14900	100,00	14900	1,73	12,00	1,20	13,20	2,351	-0,037	2,388	1,42	22		
D	E	14900	100,00	14900	1,73	1,00	2,40	3,40	2,388	0,048	2,340	3,23	15		
E	F	7900	100,00	7900	0,92	2,00	1,20	3,20	2,340	0,014	2,326	1,71	15		

Cálculo Manual

Arquivo : C:\COMGAS 2008\data\RAMAL B F A .cgs

PT 22:28 03/01/2012

A proximidade da área de serviço e a cozinha facilitam a instalação do ponto de gás para o aquecedor de água a gás e adequação do ambiente (ventilação) como pode ser observado a seguir

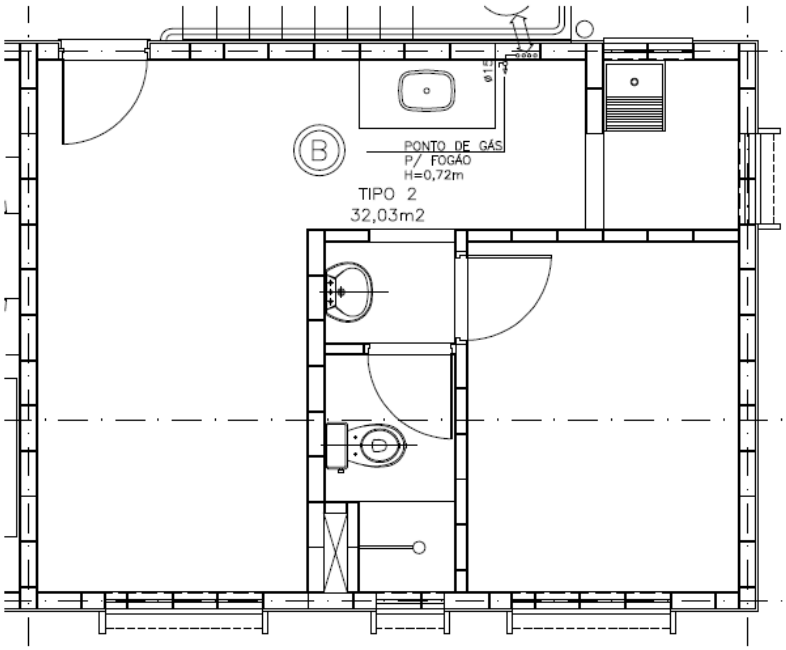


Figura 32 – Localização do ponto de gás
Fonte: CDHU

A localização da tubulação de água e encaminhamento entre os pontos necessários fica facilitada pela proximidade dos pontos de utilização e caminho existente para percorrer a unidade de consumo como mostrado a seguir

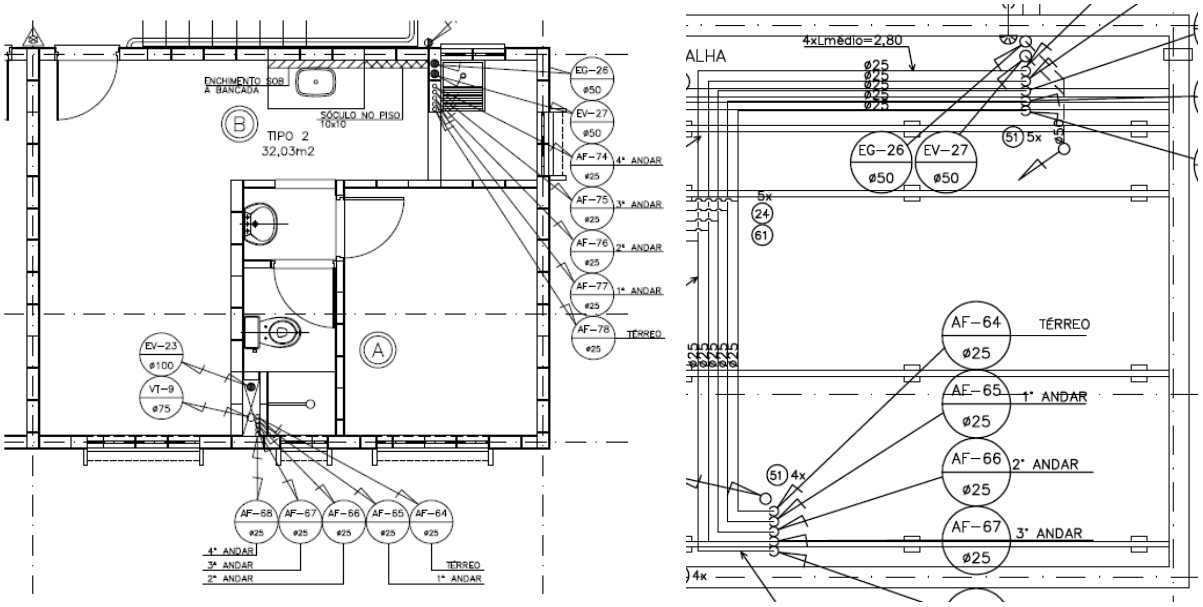


Figura 33 - Local para passagem da tubulação de água quente
Fonte: CDHU

6.3.3.3 Custo inicial (gás natural)

Investimento na configuração gás natural para banho, complementando o gás natural para o aparelho de cocção, como ilustrado a seguir.

Tabela 16- Custo inicial (gás natural)

SISTEMA AQUECIMENTO GÁS COMBUSTÍVEL (Aquecedor instantâneo / passagem)		Custo Total R$		26853,62
Material para 38 apartamento			Custo R$	
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Acrescentar 2m Tubulação de cobre diâmetro 22 mm classe "E"	17,98	38	1366,48
2	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
3	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro	168,57	38	6405,66
4	Tubulação PVC AF DN 25 , conexões e válvulas	7,71	38	292,98
5	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	417,62
Total				12460,74
Produto			Custo R$	
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	AQC instantâneo Lorenzetti 8 L , Ducha 8 L, Registro, chaminé e terminal	367,77	38	13975,26
2	Mão de Obra para instalação do Aquecedor a gás	10,99	38	417,62
Total		378,76		14392,88

6.3.4 Solar Térmico e Gás Natural

Analise dos custos com o aquecimento solar térmico e gás natural compreende os custos iniciais onde tem-se os investimentos com aquisição / instalação e os custos com infraestruturas.

6.3.4.1 Aquisição (solar térmico e gás natural)

Considerou-se o custo de aquisição dos aparelhos para o aquecimento solar térmico e gás natural e mão de obra para instalação dos mesmos.

Tabela 17- Custo de aquisição e instalação (solar + gás natural)

Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	AQC instantâneo Lorenzetti 8 L , Ducha 8 L, Registro, chaminé e terminal	367,77	38	13975,26
2	Mão de Obra para instalação do Aquecedor a gás	10,99	38	417,62
3	Reservatório térmico inox (boiler) Heliotek MK 200 fornecimento e instalação	692,13	38	26.300,75
4	Coletro solar horizontal 171X100X6CM - Fornecimento e instalação	553,11	38	21.017,99
Total		1.623,99		61711,62

6.3.4.2 Infraestrutura (solar térmico e gás natural)

A configuração solar térmico e gás natural foi considerada apenas o necessário a complementar a instalação até o aquecedor a gás e a substituição da tubulação de cobre e suas conexões de DN 15 mm para DN 22mm para atendimento a qualquer unidade de consumo e a condição para instalação da infraestrutura solar térmico.

Tabela 18- Custo da infraestrutura (solar térmico + gás natural)

SISTEMA AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO E GÁS COMBUSTÍVEL (Aquecedor instantâneo)		Custo Total R$		142215,91
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Acrescentar 2m Tubulação de cobre diâmetro 22 mm classe "E"	17,98	38	1366,48
2	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
3	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas	80,67	38	3065,46
4	Tubulação PVC AF DN 25 , conexões e válvulas / registro	7,71	38	292,98
5	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	417,62
6	Acrescimo a cobertura, Pilarete de 14 x 14 cm, vigas 6 x 16 cm , ferragem	76,97	38	2.924,73
7	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro e M.O.	866,75	38	32936,47
8	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	934,80	38	35522,55
Total		1998,93		80504,29

6.3.4.3 Custo inicial (solar térmico e gás natural)

Investimento na configuração solar térmico e gás natural complementando o gás natural para o aparelho de cocção, como ilustrado a seguir.

Tabela 19- Custo inicial (solar térmico + gás natural)

SISTEMA AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO E GÁS COMBUSTÍVEL (Aquecedor instantâneo)		Custo Total R$		142215,91
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Acrescentar 2m Tubulação de cobre diâmetro 22 mm classe "E"	17,98	38	1366,48
2	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
3	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas	80,67	38	3065,46
4	Tubulação PVC AF DN 25 , conexões e válvulas / registro	7,71	38	292,98
5	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	417,62
6	Acrescimo a cobertura, Pilarete de 14 x 14 cm, vigas 6 x 16 cm , ferragem	76,97	38	2.924,73
7	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro e M.O.	866,75	38	32936,47
8	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	934,80	38	35522,55
Total		1998,93		80504,29
Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	AQC instantâneo Lorenzetti 8 L , Ducha 8 L, Registro, chaminé e terminal	367,77	38	13975,26
2	Mão de Obra para instalação do Aquecedor a gás	10,99	38	417,62
3	Reservatório térmico inox (boiler) Heliotek MK 200 fornecimento e instalação	692,13	38	26.300,75
4	Coletro solar horizontal 171X100X6CM - Fornecimento e instalação	553,11	38	21.017,99
Total		1.623,99		61711,62

6.3.5 Solar Térmico, Elétrico (chuveiro) e Gás Natural

Analise dos custos com a configuração solar térmico, elétrico (chuveiro) e gás natural compreende os custos iniciais onde tem-se os investimentos com aquisição / instalação e os custos com infraestruturas.

6.3.5.1 Aquisição (solar térmico, elétrico e gás natural)

Considerou-se o custo de aquisição dos aparelhos para o aquecimento solar térmico, elétrico e gás natural e mão de obra para instalação dos mesmos.

Tabela 20- Custo de aquisição/ instalação (solar + elétrico + gás natural)

Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Chuveiro elétrico Fame 6.800 W / 220 V.	34,59	38	1314,42
2	Mão de Obra para instalação do chuveiro	10,99	38	292,334
3	AQC instantâneo Lorenzetti 8 L , Registro, chaminé e terminal	325,99	38	12387,62
4	Mão de Obra para instalação do Aquecedor a gás	10,99	38	208,81
5	Reservatório térmico inox (boiler) Heliotek MK 200 fornecimento e instalação	692,13	38	26.300,75
6	Coletro solar horizontal 171X100X6CM - Fornecimento e instalação	542,12	38	20.600,37
Total		1.616,80		61104,30

6.3.5.2 Infraestrutura (solar térmico, elétrico e gás natural)

Foram consideradas as mesmas premissas para atender as 3 configurações.

Tabela 21- Custo da infraestrutura (solar + elétrico + gás natural)

SISTEMA AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO, ELÉTRICO (CHUVEIRO) E GÁS COMBUSTÍVEL		Custo Total R$		147758,628
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Minidisjuntor Bipolar 32 A	36,05	38	1369,9
2	Eletroduto em PVC flexível corrugado reforçado, não propagante de chama	4,66	380	1770,8
3	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para fase	3,34	760	2538,4
4	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para terra na cor verde	3,34	380	1269,2
5	Caixa em PVC - 4" x 2"	3,44	38	130,72
6	Espelho 4" x 2" para chuveiro	1,82	38	69,16
7	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	1252,86
8	Acrescentar 2m Tubulação de cobre diâmetro 22 mm classe "E"	17,98	38	1366,48
9	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
10	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas	53,70	38	2040,60
11	Tubulação PVC AF DN 25 , conexões e válvulas / registro	7,71	38	292,98
12	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	292,33
13	Acrescimo a cobertura, Pilarete de 14 x 14 cm, vigas 6 x 16 cm , ferragem	76,97	38	2.924,73
14	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro e M.O.	848,77	38	32253,23
15	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	923,81	38	35104,93
Total		2006,63		86654,32

6.3.5.3 Custo inicial (solar térmico, elétrico e gás natural)

Investimento no aquecimento solar térmico, elétrico e gás natural complementando o gás natural para o aparelho de cocção, como ilustrado a seguir.

Tabela 22- Custo inicial (solar + elétrico + gás natural)

SISTEMA AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO, ELÉTRICO (CHUVEIRO) E GÁS COMBUSTÍVEL		Custo Total R$		147758,628
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Minidisjuntor Bipolar 32 A	36,05	38	1369,9
2	Eletroduto em PVC flexível corrugado reforçado, não propagante de chama	4,66	380	1770,8
3	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para fase	3,34	760	2538,4
4	Fio de cobre eletrolítico de 4 mm^2 com isolação 750 V para terra na cor verde	3,34	380	1269,2
5	Caixa em PVC - 4" x 2"	3,44	38	130,72
6	Espelho 4" x 2" para chuveiro	1,82	38	69,16
7	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	1252,86
8	Acrescentar 2m Tubulação de cobre diâmetro 22 mm classe "E"	17,98	38	1366,48
9	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
10	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas	53,70	38	2040,60
11	Tubulação PVC AF DN 25 , conexões e válvulas / registro	7,71	38	292,98
12	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	10,99	38	292,33
13	Acrescimo a cobertura, Pilarete de 14 x 14 cm, vigas 6 x 16 cm , ferragem	76,97	38	2.924,73
14	Tubulações cobre AQ DN 22 , conexões e válvulas / registro e M.O.	848,77	38	32253,23
15	Mão de Obra para instalação da infraestrutura	923,81	38	35104,93
Total		2006,63		86654,32
Produto		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Chuveiro elétrico Fame 6.800 W / 220 V.	34,59	38	1314,42
2	Mão de Obra para instalação do chuveiro	10,99	38	292,334
3	AQC instantâneo Lorenzetti 8 L , Registro, chaminé e terminal	325,99	38	12387,62
4	Mão de Obra para instalação do Aquecedor a gás	10,99	38	208,81
5	Reservatório térmico inox (boiler) Heliotek MK 200 fornecimento e instalação	692,13	38	26.300,75
6	Coletro solar horizontal 171X100X6CM - Fornecimento e instalação	542,12	38	20.600,37
Total		1.616,80		61104,30

6.3.6 Diferença padrão adotado (solar+elétrico) x (solar+elétrico+gás natural)

Analise dos custos com a infraestrutura complementar para aquecimento combinado, considerando a diferença entre o padrão adotado solar térmico e elétrico (chuveiro) e o combinado solar térmico, gás natural e elétrico (chuveiro) compreendendo os custos iniciais onde tem-se os investimentos com aquisição / instalação e com infraestruturas.

6.3.6.1 Complemento configuração (solar+elétrico) x (solar+elétrico+gás natural)

Analisando o isométrico conforme apresentado tem-se uma visão da instalação referente ao aquecimento de água, principalmente a tubulação de água fria e água quente, que na sua maior

extensão é comum para o aquecimento combinado duplo (Solar + Elétrico) e para o aquecimento combinado triplo (Solar + Elétrico + Gás) como ilustrado a seguir

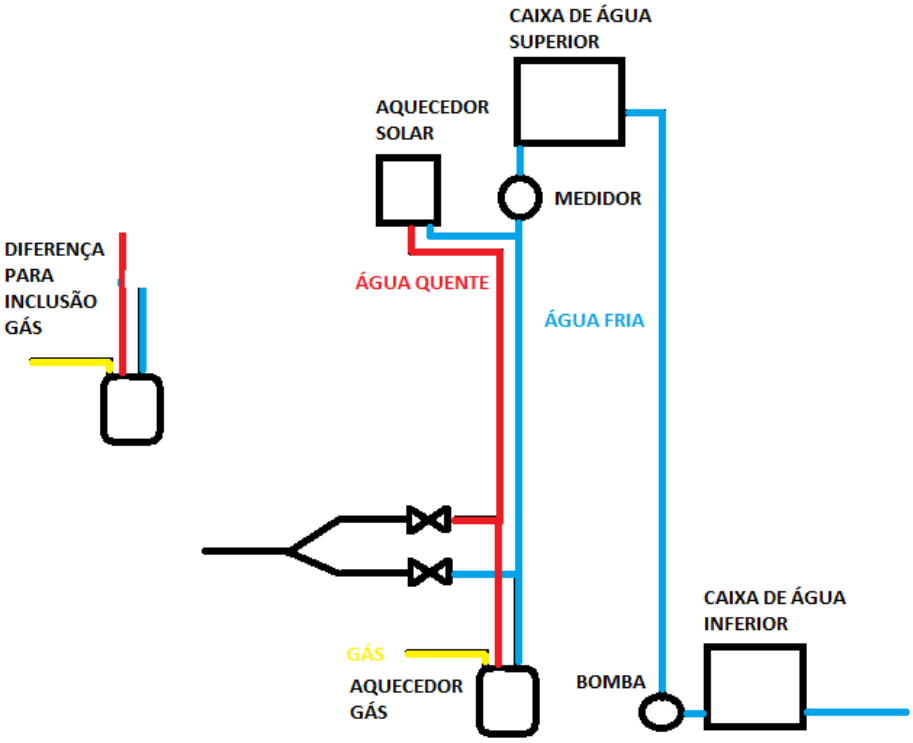


Figura 34 – Isométrico com a diferença para a configuração tripla

Como os registros, ducha e outros componentes são comuns, basicamente a necessidade passa a ser de pequenos trechos de tubulação de água fria, água quente, gás natural e conexões conforme á escolha da tipologia utilizada e unidades habitacionais pequenas.

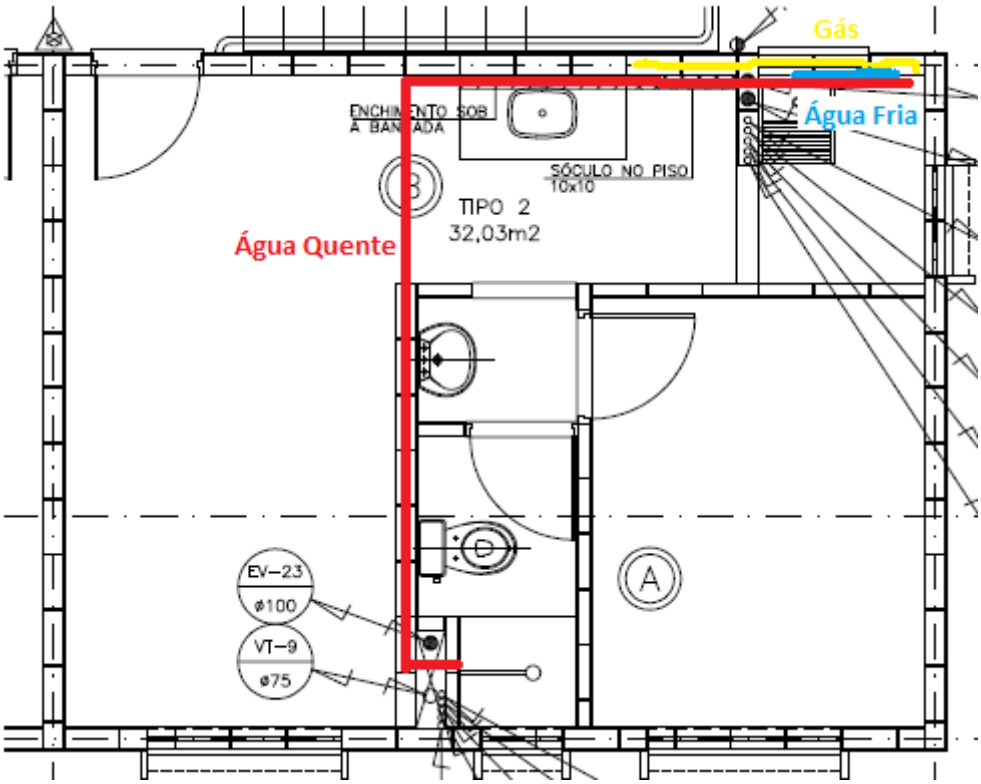


Figura 35 – Diferença para a configuração tripla
Fonte: CDHU modificado

Conforme trajeto a água fria pode ser obtida do mesmo ponto que abastece o tanque na área de serviço, sendo o gás natural próximo e a tubulação de água quente percorrendo o mesmo caminho que as tubulações entre área de serviço e banheiro, sendo a quantidade como segue.

Tabela 23- Custo Complementar para configuração tripla

DIFERENÇA EM RELAÇÃO AO SISTEMA AQUECIMENTO ATUAL (Solar + Elétrico)		Custo Total R$		
Material para 38 apartamento		Custo R$		
Item	Material do apartamento	Unitário	Quantidade	Geral
1	Tubulação cobre diâmetro 22 mm classe "E"(2 m)+ Conexão 1 Tê	17,98	38	1366,48
2	Substituição da tubulação e conexões de 15 mm classe A por 22 mm classe E	3,06	1300	3978,00
3	Tubulações cobre AQ DN 22 (1,5 m) , conexões 4 cotovelos 90	62,61	38	2379,18
4	Tubulação PVC AF DN 25 (1 m) e conexões 1 cotovelo 90	7,71	38	292,98
Total		91,36		8016,64

Importante ressaltar que a inclusão do aquecimento de água a gás natural passa a ser fácil por não envolver o restante da edificação, a decisão fica aos cuidados do usuário em escolher o melhor momento para adesão a programas das distribuidoras, fabricantes, de forma independente, rápida, sem quebradeira e pouca sujeira.

Tabela 24- Custo total das cinco configurações

Sistema de Aquecimento de água 38 unidades habitacionais	Aquisição	Infra	Total
Solar + Elétrico	49050,78	79784,79	128835,57
Elétrico (chuveiro)	1732,04	8401,04	10133,08
Gás	14392,88	12460,74	26853,62
Solar + Gás	61711,62	80504,29	142215,91
Solar + Gás + Elétrico	61104,30	86654,32	147758,63
Diferença Solar + Elétrico para o sistema triplo (Solar + Gás + Elétrico)			8016,64

Os casos apresentados possuem um envolvimento de longo prazo por parte da CDHU, onde é lenta a transferência de responsabilidade e manutenção para o mutuário. Isso tudo reforça a condição em que a construção da infraestrutura para as três configurações vem a facilitar a utilização e desonerar o atendimento das chamadas de manutenção e reparos nos aparelhos.

A construção inicial da infraestrutura para as três configurações (elétrico, solar térmico e gás natural) possibilita ainda a disponibilização de água aquecida pela configuração solar térmica para outros pontos como cozinha e pia do banheiro, de forma a proporcionar água em temperaturas mais altas para cocção o que traria economia no consumo de gás combustível para essa função.

Tabela 25- Diferenças de custo total da obra nas cinco configurações

Total da obra 38 unidades habitacionais	R$	Δ sem AQC (%)	Δ elétrico (%)	Δ gás natural (%)	Δ Solar + Elétrico (%)	Δ Solar + GN (%)	Δ Solar + GN + Elétrico (%)
Sem sistema de aquecimento de água	**1.352.248,90**	**0,00**	**-0,74**	**-1,95**	**-8,70**	**-9,52**	**-9,85**
Com aquecimento de água Elétrico (chuveiro)	1.362.381,98	0,75	**0,00**	-1,21	-8,01	-8,84	-9,17
Com aquecimento de água GN	1.379.102,52	1,99	1,23	**0,00**	-6,89	-7,72	-8,06
Com aquecimento de água Solar + Elétrico	1.481.084,40	9,53	8,71	7,39	**0,00**	-0,90	-1,26
Com aquecimento de água Solar + GN	1.494.464,81	10,52	9,69	8,37	0,90	**0,00**	-0,37
Com aquecimento de água Solar + GN + Elétrico	1.500.007,53	10,93	10,10	8,77	1,28	0,37	**0,00**

7 ANALISE UTILIZANDO MÉTODO LCCA

O estudo utilizando o método LCCA – Life Cycle Cost Analysis, sigla em inglês para Análise do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) compara economicamente os aquecimento de água para o caso de um "Projeto Típico" do CDHU, sendo analisadas as configurações:

- aquecimento de água instantâneo elétrico (chuveiro);
- aquecimento de água instantâneo gás natural;
- aquecimento de água solar térmico e elétrico instantâneo (chuveiro);
- aquecimento de água solar térmico e gás natural instantâneo;
- aquecimento de água solar térmico, elétrico instantâneo (chuveiro) e GN instantâneo.

7.1 ANÁLISE DE CUSTOS DO CICLO DE VIDA (LCCA) "PROJETO TÍPICO"

O LCCA é um método econômico de avaliação de projeto que pode ser aplicado a qualquer decisão de investimento de capital na qual os custos iniciais mais altos refletem em redução de custos futuros.

Para essa comparação avaliam-se os custos de implantação, manutenção, operação, reparo e descartes de cada uma das alternativas envolvidos, a fim de determinar qual das configurações apresenta o menor custo de ciclo de vida.

Determina o tipo ideal dentre várias alternativas concorrentes, considerando os custos de energia crescente em relação a alternativas que economizem custos futuros em detrimento de um maior investimento inicial.

O método LCCA estabelece que o período de estudo deve ser superior a 35 anos, onde podemos observar o detalhamento na publicação número FHWA-AS-98-079 "Life-Cycle Cost Analysis In Pavement Design Interim Technical Bulletin" (WALLS III ; SMITH; 1998).

Os seguintes parâmetros para determinação dos valores adequados ao método de cálculo do custo do ciclo de vida, foram considerados:

- Período de estudo/ vida útil (NBR 15.575): 50 anos (Valor entre mínimo 40 e superior 60);
- Data base: Novembro de 2011;
- Data de Serviço: Novembro de 2011;
- Banho padrão conforme ABNT 12089 e RESP 002 INMETRO temos:
- Nº padrão de dias no mês = 30 dias

- Tempo padrão de banho (ABNT) = 8 min = 0,13 h
- Nº de banho = 1 banho padrão / Pessoa
- Número de pessoas na unidade = 4 pessoas
- Taxa de desconto IGP-M de 2001 à 2010 = 10,08%

Nota: O GLP foi excluído do estudo em razão dos fatores condicionantes ligados a área comum ocupada, às condições de operação, abastecimento e segurança.

7.1.1 Custos configuração elétrico (chuveiro) "Projeto Típico"

Para estabelecer o consumo médio mensal dos aparelhos foram considerados os dados da tabela 26 do site da Eletrobrás www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp com o mínimo de aparelhos utilizados em uma habitação padrão CDHU e para o chuveiro foi considerado os cálculos apresentados anteriormente, resultando no consumo mensal de 244,98 kWh/mês.

Tabela 26- Consumo mensal elétrico "Projeto Típico - Elétrico"

Descrição do item (Elétrico)	QTD	Unitário kWh/mês	Consumo kWh/mês
Chuveiro 5500 W	1	83,6	83,6
Lâmpadas incandescente 60 W	6	9	54
Rádio Relógio	1	1,36	1,36
Ferro a vapor	1	7,2	7,2
TV	1	15,15	15,15
Geladeira	1	39,6	39,6
Lavadoura de roupa	1	1,77	1,77
Microondas	1	13,98	13,98
Computador e Monitor	1	28,32	28,32
TOTAL		199,98	244,98

Os maiores consumos ficam por conta do chuveiro, lâmpadas, geladeira.

Sendo a tarifa residencial B temos um custo mensal de R$ 108,50 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s , 12 meses no valor de R$ 49.476,00 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente:

$$VP = CO \frac{(1+d)^n - 1}{d\,(1+d)^n} \qquad (1)$$

Onde:

VP = Valor Presente (R$ 486.801,39);
CO = Custo Operacional anual (R$ 49.476,00)

d = Taxa de desconto IGP-M (10,08 %)
n = número de anos (50 anos)

O custo inicial foi determinado pelo custo de aquisição dos aparelhos e da sua instalação, conforme apresentado anteriormente.

O consumo médio mensal de gás na tabela 27 foi considerado um fogão Dako Magister com 4 queimadores com utilização média de 1h nas potências 1,7 kW (normal) e 2,0 kW (família) obtendo um consumo mensal de 9,9 m^3 de GN, que utilizando a tarifa residencial da Comgás temos um custo mensal de R$ 30,88 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 14.081,28 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente temos R$ 138.547,71.

Tabela 27- Consumo mensal de GN "Projeto Típico - Elétrico"

Descrição do item (Elétrico)	QTD	Consumo m^3
Fogão Dako Magiste 4 queimadores	1	9,9
Consumo Total		9,9
Custo R$		30,88

O desperdício com água foi considerado inexistente por ser o local de aquecimento da água já no ponto de utilização.

O custo de manutenção, reposição e eliminação equivale ao custo de reposição no período de 50 anos, sendo considerada a reposição como pontual a cada 10 anos do ciclo de vida do aquecimento, dada pela equação (2) de reposição:

$$\text{Rep} = \frac{\Sigma\ \text{Ft}}{(1+\text{d})^{\text{t}}} \qquad (2)$$

Onde:

Rep – Custo total de reposição no valor presente;
Ft – Custo das reposições pontuais;
d – Taxa de desconto (IGP-M 10,08%);
^{t} – Número de anos decorridos até o momento da reposição
Portanto:

Rep Elétrico (chuveiro), temos Ft = 1.732,04, d=0,1008 e t= (10,20,30,40 e 50)

Rep Elétrico (chuveiro) = R$ 1.065,20

Chegamos ao custo total R$ 636.547,38 indicado na tabela 28.

Tabela 28- Custo total "Projeto Típico - Elétrico"

Sistema	I		O			OM&R	Período 50 Anos
	Custo Inicial		Custo Operação			Custo Manutenção	Custo Total
	Aquisição	Infraestrutura	Energia Elétrica	Energia Gás	Desperdicio Água	Manut/Rep/Elimin	
Elétrico	1732,04	8401,04	486801,39	138547,71	0,00	1065,20	636547,38

7.1.2 Custos configuração gás natural "Projeto Típico"

Para estabelecer o consumo médio mensal dos aparelhos elétricos foram considerados os dados anteriores, tabela 26 sem o chuveiro, resultando no consumo mensal de 161,38 kWh/Mês conforme tabela 29.

Tabela 29- Consumo mensal elétrico "Projeto Típico - GN"

Descrição do item (Gás e Solar + Gás)	QTD	Unitário kWh/mês	Consumo kWh/mês
Lâmpadas incandescente 60 W	6	9	54
Rádio Relógio	1	1,36	1,36
Ferro a vapor	1	7,2	7,2
TV	1	15,15	15,15
Geladeira	1	39,6	39,6
Lavadoura de roupa	1	1,77	1,77
Microondas	1	13,98	13,98
Computador e Monitor	1	28,32	28,32
TOTAL		116,38	161,38

Os maiores consumos ficam por conta das lâmpadas, geladeira.

Sendo a tarifa residencial B temos um custo mensal de R$ 62,12 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 28.322,16 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 a 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente, temos:

VP = Valor Presente (R$ 278.665,75)
CO = Custo Operacional anual (R$ 28.322,16)
d = Taxa de desconto IGP-M (10,08 %)
n = número de anos (50 anos)

O custo inicial foi determinado pelo custo de aquisição dos aparelhos e da sua instalação, conforme apresentado anteriormente.

O consumo médio mensal de gás na tabela 30 foi considerado a utilização de um fogão Dako Magister com 4 queimadores com utilização média de 1h nas potências1,7 kW (normal) e 2,0 kW (família) obtendo um consumo mensal de 9,9 m^3 de GN e para o banho aquecedor de

água instantâneo Lorenzetti 8 L. com os resultado dos cálculos apresentados anteriormente 9,2 m^3, resultando no consumo mensal de 19,1 $m^{3,}$ que utilizando a tarifa residencial da Comgás temos um custo mensal de R$ 61,52 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 28.053,12 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplicando a formula (1) do valor presente temos R$ 276.018,63.

Tabela 30 – Consumo mensal de gás "Projeto Típico - GN"

Descrição do item (Gás)	QTD	Consumo m^3
Fogão Dako Magiste 4 queimadores	1	9,9
AQC Instantâneo Lorenzetti 8 L.	1	9,2
Consumo Total		19,1
Custo R$		61,52

O desperdício com água foi considerado existente devido ao local de aquecimento da água estar distante do ponto de utilização resultando no desperdício de água, até que a água quente chegue ao ponto de utilização e o gasto com aquecimento desse mesmo volume que permanece na tubulação ao final da utilização.

A tubulação de água quente de cobre DN 22 possui como diâmetro interno 20,8 mm, utilizando a formula de cálculo do volume a partir do diâmetro interno na seção transversal do tubo sendo o comprimento da tubulação 7,2 m obtêm-se 340 mm^2, volume desperdiçado de 2,5 litros por banho, com 4 banhos por dia no final do mês temos um total de 300 litros, como ao consumo de água adiciona-se o mesmo volume para o serviço de esgoto, resulta para 38 unidades R$ 648,44/ano, conforme a tabela da SABESP, o que corresponde ao valor presente de R$ 6.380,00.

Sendo a vazão do chuveiro de 5 litros por minuto num banho de 8 minutos temos o gasto de 40 litros, onde para aquecer os 2,5 litros, 38 unidades e 12 meses, temos um custo com gás que levado ao valor presente temos R$ 9.063,03.

O custo de manutenção, reposição e eliminação equivale ao custo de reposição no período de 50 anos, sendo considerada a reposição como pontual a cada 10 anos do ciclo de vida, dada pela equação de reposição (2):

Portanto:

Rep AQC Gás, temos Ft = 14.392,88, d=0,1008 e t= (10,20,30,40 e 50)

Rep AQC Gás = R$ 8.851,61

Chegamos ao custo total R$ R$ 605.832,64 indicado na tabela 31.

Tabela 31- Custo total "Projeto Típico - GN"

Sistema	I		O			OM&R	Período 50 Anos
	Custo Inicial		Custo Operação			Custo Manutenção	Custo Total
	Aquisição	Infraestrutura	Energia Elétrica	Energia Gás	Desperdicio Água	Manut/Rep/Elimin	
Gás	14392,88	12460,74	278665,75	276018,63	15443,03	8851,61	605832,64

7.1.3 Custos configuração solar térmico e elétrico "Projeto Típico"

Dentre os valores apresentados em literaturas a fração solar (percentual da energia necessária que é fornecida pelo sistema solar térmico) varia entre 30 a 70%, foi adotado 50% para a fração solar, portanto 50% complementado pelo elétrico.

Para estabelecer o consumo médio mensal dos aparelhos elétricos foram considerados os dados anteriores, tabela 26 utilizando o chuveiro elétrico para complementar o solar térmico, sendo considerado em 50% do valor referente ao chuveiro elétrico como complemento necessário para o solar térmico, resultando no consumo mensal de 203,18 kWh/Mês conforme tabela 32.

Tabela 32- Consumo mensal elétrico "Projeto Típico – solar térmico e elétrico"

Descrição do item (Solar + Elétrico 50%)	QTD	Unitário kWh/mês	Consumo kWh/mês
Chuveiro 5500 W (50%)	1	41,8	41,8
Lâmpadas incandescente 60 W	6	9	54
Rádio Relógio	1	1,36	1,36
Ferro a vapor	1	7,2	7,2
TV	1	15,15	15,15
Geladeira	1	39,6	39,6
Lavadoura de roupa	1	1,77	1,77
Microondas	1	13,98	13,98
Computador e Monitor	1	28,32	28,32
TOTAL		158,18	203,18

Os maiores consumos ficam por conta do chuveiro, lâmpadas, geladeira.

Sendo a tarifa residencial B temos um custo mensal de R$ 90,71 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 41.363,76 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se o valor presente, segundo a formula (1) temos:

VP = Valor Presente (R$ 406.993,91)

CO = Custo Operacional anual (R$ 41.363,76)
d = Taxa de desconto IGP-M (10,08 %)
n = número de anos (50 anos)

O custo inicial foi determinado pelo custo de aquisição dos aparelhos e da sua instalação, conforme apresentado anteriormente.

O consumo médio mensal de gás na tabela 33 foi considerado a utilização de um fogão Dako Magister com 4 queimadores com utilização média de 1h nas potências1,7 kW (normal) e 2,0 kW (família) obtendo um consumo mensal de 9,9 m^3 de GN, que utilizando a tarifa residencial da Comgás temos um custo mensal de R$ 30,88 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 14.081,28 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente de R$ 138.547,71

Tabela 33 – Consumo mensal de gás "Projeto Típico – solar térmico e elétrico"

Descrição do item (Elétrico)	QTD	Consumo m^3
Fogão Dako Magiste 4 queimadores	1	9,9
Consumo Total		9,9
Custo R$		30,88

O desperdício com água foi considerado inexistente por ser o local de aquecimento da água já no ponto de utilização.

O custo de manutenção, reposição e eliminação por ser combinada onde o desgaste é menor, sendo que os aparelhos podem funcionar independentes interrompendo o seu funcionamento, portanto foi considerada a reposição pontual a cada 30 anos do ciclo de vida do sistema, dada pela equação de reposição (2):

Portanto:

Rep Elétrico (chuveiro), temos Ft = 49.050,78, d=0,1008 e t= (30)

Rep Solar Elétrico = R$ 2.750,41

Chegamos ao custo total R$ R$ R$ 677.127,60 indicado na tabela 34.

Tabela 34- Custo total "Projeto Típico – solar térmico e elétrico"

Sistema	I		O			OM&R	Período 50 Anos
	Custo Inicial		Custo Operação			Custo Manutenção	Custo Total
	Aquisição	Infraestrutura	Energia Elétrica	Energia Gás	Desperdicio Água	Manut/Rep/Elimin	
Solar + Elétrico	49050,78	79784,79	406993,91	138547,71	0,00	2750,41	677127,60

7.1.4 Custos configuração solar térmico e gás natural "Projeto Típico"

Dentre os valores apresentados na literatura a fração solar (percentual da energia necessária que é fornecida pelo sistema solar térmico) varia entre 30 a 70%, foi adotado 50% para a fração solar, portanto 50% complementado pelo gás natural.

Para estabelecer o consumo médio mensal dos aparelhos elétricos foram considerados os dados anteriores, tabela 26 sem o chuveiro, resultando no consumo mensal de 161,38 kWh/Mês conforme tabela 35.

Tabela 35 – Consumo mensal elétrico "Projeto Típico – solar térmico e GN"

Descrição do item (Gás e Solar + Gás)	QTD	Unitário kWh/mês	Consumo kWh/mês
Lâmpadas incandescente 60 W	6	9	54
Rádio Relógio	1	1,36	1,36
Ferro a vapor	1	7,2	7,2
TV	1	15,15	15,15
Geladeira	1	39,6	39,6
Lavadoura de roupa	1	1,77	1,77
Microondas	1	13,98	13,98
Computador e Monitor	1	28,32	28,32
TOTAL		116,38	161,38

Os maiores consumos ficam por conta das lâmpadas, geladeira.

Sendo a tarifa residencial B temos um custo mensal de R$ 62,11 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 28.322,16 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 a 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente, temos:

VP = Valor Presente (R$ 278.665,75)
CO = Custo Operacional anual (R$ 28.322,16)
d = Taxa de desconto IGP-M (10,08 %)
n = número de anos (50 anos)

O custo inicial foi determinado pelo custo de aquisição dos aparelhos e da sua instalação, conforme apresentado anteriormente.

O consumo médio mensal de gás na tabela 36 foi considerado a utilização de um fogão Dako Magister com 4 queimadores com utilização média de 1h nas potências1,7 kW (normal) e 2,0 kW (família) obtendo um consumo mensal de 9,9 m^3 de GN e para o banho aquecedor de

água instantâneo Lorenzetti 8 L. com redução pelo aquecimento solar térmico para banho em 50%, sendo o outro 50% compensado com gás natural, resultando no consumo mensal de 14,5 $m^{3,}$ que utilizando a tarifa residencial da Comgás temos um custo mensal de R$ 45,38 por unidade habitacional com um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 20.693,28 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente de R$ 203.604,12.

Tabela 36 – Consumo mensal GN "Projeto Típico – solar térmico e GN"

Descrição do item (Solar + Gás) 50%	QTD	Consumo m^3
Fogão Dako Magiste 4 queimadores	1	9,9
AQC Instantâneo Lorenzetti 8 L.	1	4,6
Consumo Total		14,5
Custo R$		45,38

O desperdício com água foi considerado existente devido ao local de aquecimento da água estar distante do ponto de utilização resultando no desperdício de água, até chegar água quente ao ponto de utilização e o gasto com aquecimento desse mesmo voluma que permanece na tubulação ao final da utilização.

A tubulação de água quente de cobre DN 22 possui como diâmetro interno 20,8 mm, utilizando a formula de cálculo do volume a partir do diâmetro interno na seção transversal do tubo sendo o comprimento da tubulação 9,2 m obtêm-se 340 $mm^{2,}$ volume desperdiçado de 3,1 litros por banho, com 4 banhos por dia no final do mês temos um total de 372 litros, como ao consumo de água adiciona-se o mesmo volume para serviço de esgoto, resulta para 38 unidades R$ 804,06/ano, conforme tabela da SABESP, o que corresponde ao valor presente de R$ 7.911,26.

Sendo a vazão do chuveiro de 5 litros por minuto num banho de 8 minutos, tem-se o gasto de 40 litros, onde para aquecer os 3,1 litros, 38 unidades, 12 meses, para um custo valor presente de R$ 5.653,17.

O custo de manutenção, reposição e eliminação por ser combinada onde o desgaste é menor, sendo que os aparelhos podem funcionar independentes interrompendo o seu funcionamento, portanto foi considerada a reposição pontual a cada 30 anos do ciclo de vida do sistema, dada pela equação de reposição (2):

Portanto:

Rep Solar Gás, temos Ft = 61.711,62, d=0,1008 e t= (30)

Rep Solar Gás = R$ 3.460,34

Resultando em um custo total R$ R$ R$ 641.510,55 indicado na tabela 37.

Tabela 37- Custo total "Projeto Típico – solar térmico e GN"

Sistema	I		O			OM&R	Período 50 Anos
	Custo Inicial		Custo Operação			Custo Manutenção	Custo Total
	Aquisição	Infraestrutura	Energia Elétrica	Energia Gás	Desperdicio Água	Manut/Rep/Elimin	
Solar + Gás	61711,62	80504,29	278665,75	203604,12	13564,43	3460,34	641510,55

7.1.5 Custos configuração solar térmico, elétrico e GN "Projeto Típico".

Dentre os valores apresentados em literaturas a fração solar (percentual da energia necessária que é fornecida pelo sistema solar térmico) varia entre 30 a 70%, foi adotado 50% para a fração solar, portanto 50% complementado pelo elétrico 15% e gás natural 35%.

Para estabelecer o consumo médio mensal dos aparelhos elétricos foram considerados os dados anteriores, tabela 26 utilizando o chuveiro elétrico para complementar o solar térmico, sendo complementado em 15% com aquecimento inicial (imediato) e o restante da redução com o aquecedor GN complementando os 35%, resultando no consumo mensal de 167,65 kwh/mês conforme tabela 38.

Tabela 38 – Consumo mensal elétrico "Projeto Típico – solar, elétrico e GN"

Descrição do item (Solar + Elétrico + Gás)	QTD	Unitário kWh/mês	Consumo kWh/mês
Chuveiro 5500 W	1	6,27	6,27
Lâmpadas incandescente 60 W	6	9	54
Rádio Relógio	1	1,36	1,36
Ferro a vapor	1	7,2	7,2
TV	1	15,15	15,15
Geladeira	1	39,6	39,6
Lavadoura de roupa	1	1,77	1,77
Microondas	1	13,98	13,98
Computador e Monitor	1	28,32	28,32
TOTAL		122,7	167,65

Os maiores consumos ficam por conta das lâmpadas, geladeira.

Sendo a tarifa residencial B temos um custo mensal de R$ 64,36 por unidade habitacional o que nos leva a um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 29.348,16 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula (1) do valor presente, temos:

VP = Valor Presente (R$ 288.760,71)
CO = Custo Operacional anual (R$ 29.348,16)
d = Taxa de desconto IGP-M (10,08 %)
n = número de anos (50 anos)

O custo inicial foi determinado pelo custo de aquisição dos aparelhos e da sua instalação, conforme apresentado anteriormente.

O consumo médio mensal de gás na tabela 39 foi considerado a utilização de um fogão Dako Magister com 4 queimadores com utilização média de 1h nas potências 1,7 kW (normal) e 2,0 kW (família) obtendo um consumo mensal de 9,9 m^3 de GN e para o banho aquecedor de água instantâneo Lorenzetti 8 L. com redução pelo aquecimento solar térmico para banho em 50%, sendo o outro 50% compensado com 35% gás natural e 15% elétrico, resultando no consumo mensal de 13,81 $m^{3,}$ que utilizando a tarifa residencial da Comgás temos um custo mensal de R$ .43,04 por unidade habitacional com um custo anual para o empreendimento de 38 UDA´s e 12 meses no valor de R$ 19.626,24 com custo total durante a vida útil de 50 anos e com a evolução das tarifas de fornecimento de energia segundo IGP-M de 2001 à 2010 igual a 10,08 % e aplica-se a formula do valor presente de R$ 193.105,36.

Tabela 39 - Consumo mensal GN "Projeto Típico – solar, elétrico e GN"

Descrição do item (Triplo)	QTD	Consumo m^3
Fogão Dako Magiste 4 queimadores	1	9,9
AQC Instantâneo Lorenzetti 8 L.	1	3,9
Consumo Total		13,81
Custo R$		43,04

O desperdício com água foi considerado inexistente por ser o local de aquecimento da água já no ponto de utilização.

O custo de manutenção, reposição e eliminação por ser um sistema misto onde o desgaste é menor, sendo que os mesmos podem funcionar independentes interrompendo o seu funcionamento, portanto foi considerada a reposição pontual a cada 30 anos do ciclo de vida do sistema, dada pela equação de reposição (2):

Portanto:

Rep Solar Elétrico e Gás, temos Ft = 61.104,30 d=0,1008 e t= (30)

Rep Solar Elétrico e Gás = R$ 3.426,28

Chegamos ao custo total R$ R$ R$ 633.050,98 indicado na tabela 40.

Tabela 40- Custo total "Projeto Típico" configuração solar, elétrico e GN

Sistema	I		O			OM&R	Período 50 Anos
	Custo Inicial		Custo Operação			Custo Manutenção	Custo Total
	Aquisição	Infraestrutura	Energia Elétrica	Energia Gás	Desperdicio Água	Manut/Rep/Elimin	
Solar + Elétrico + Gás	61.104,30	86654,32	288760,71	193105,36	0,00	3426,28	633.050,98

7.1.6 Análise comparativa das tipologias no "Projeto Típico".

O estudo resulta no quadro comparativo na figura 41, utilizando o método LCCA – Life Cycle Cost Analysis, para análise e comparação econômica dos aquecimentos de água para o caso do "Projeto Típico" da CDHU, sendo:

Tabela 41- Quadro comparativo dos custos das cinco configurações

Sistema	I		O			OM&R	Período 50 Anos
	Custo Inicial		Custo Operação			Custo Manutenção	Custo Total
	Aquisição	Infraestrutura	Energia Elétrica	Energia Gás	Desperdicio Água	Manut/Rep/Elimin	
Elétrico	1732,04	8401,04	486801,39	138547,71	0,00	1065,20	636547,38
Gás	14392,88	12460,74	278665,75	276018,63	15443,03	8851,61	605832,64
Solar + Elétrico	49050,78	79784,79	406993,91	138547,71	0,00	2750,41	677127,60
Solar + Gás	61711,62	80504,29	278665,75	203604,12	13564,43	3460,34	641510,55
Solar + Elétrico + Gás	61.104,30	86654,32	288760,71	193105,36	0,00	3426,28	633.050,98

Fatores importantes e significativos na análise do ciclo de vida estão associados às mudanças das tarifas e alterações dos impostos por faixa de consumo conforme visto anteriormente nos gráficos com a inclinação das retas e detalhado no Anexo B, fazendo com que ocorra uma redução significativa no custo com eletricidade, sendo também importante e complementar a redução advinda da utilização do gás combustível para aquecimento de água para o banho que apresenta menor custo em relação ao custo da eletricidade e podemos ressaltar a redução de componentes, devido ao uso comum para configuração combinada, complementando com ganho para as configurações que não apresentam desperdício de água, trazendo redução nos custos, para as configurações combinadas, principalmente a solar térmica, elétrica e gás combustível.

Custo Total
Solar + Elétrico 677.127,60
Solar + Gás 641.510,55
Elétrico 636.547,38
Solar + Elétrico + Gás 633.050,98
Gás 605.832,64

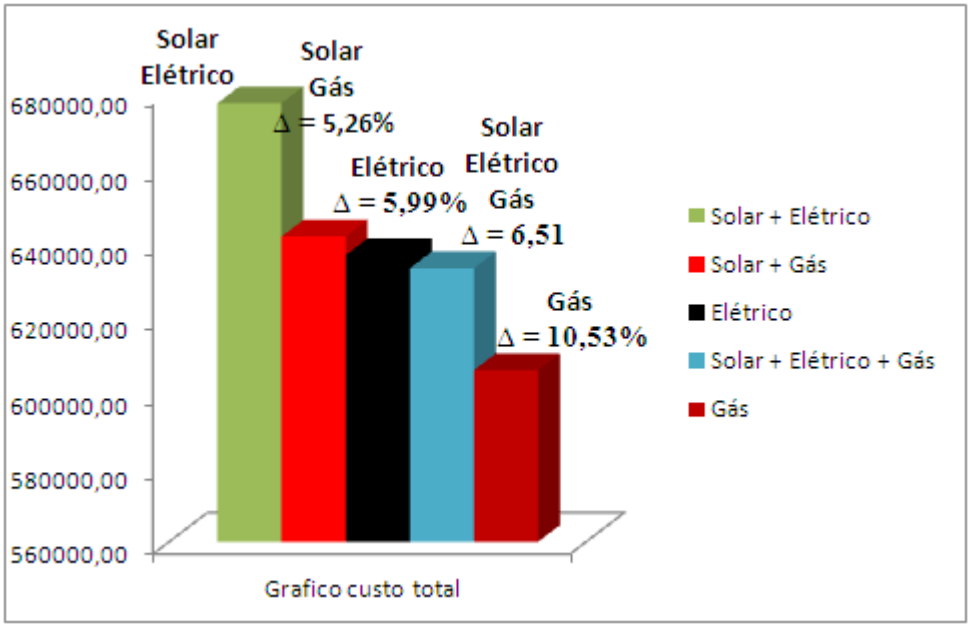


Figura 36 – Gráfico custo total das cinco configurações "Projeto Típico"

No quadro comparativo, a configuração com melhor análise econômica é a individual para gás combustível com menor valor, onde a diferença pequena se comparada às configurações combinados que apresentam vantagens adicionais na possibilidade de realizar limpeza ou manutenção sem que se fique sem água quente pelo período de realização dos mesmos, pois é suprido pelos demais aparelhos, facilidade de aquisição e instalação a qualquer momento, resultando na valorização do imóvel. O incentivo ao uso do aquecimento combinado está na etiquetagem do nível de eficiência energética de edificações residenciais do programa PROCEL EDIFICA, em que a configuração solar térmica contribui para uma melhor classificação para edificação.

Os parâmetros para a determinação do custo com manutenção são difíceis e variáveis conforme o cuidado e forma de utilização, porém a sua retirada na análise não modifica a caracterização final dos resultados, como na figura 37.

CustoTotal sem custo Manutenção
Solar + Elétrico 674.377,19
Solar + Gás 638.050,21
Elétrico 635.482,18
Solar + Elétrico + Gás 629.624,70
Gás 596.981,03

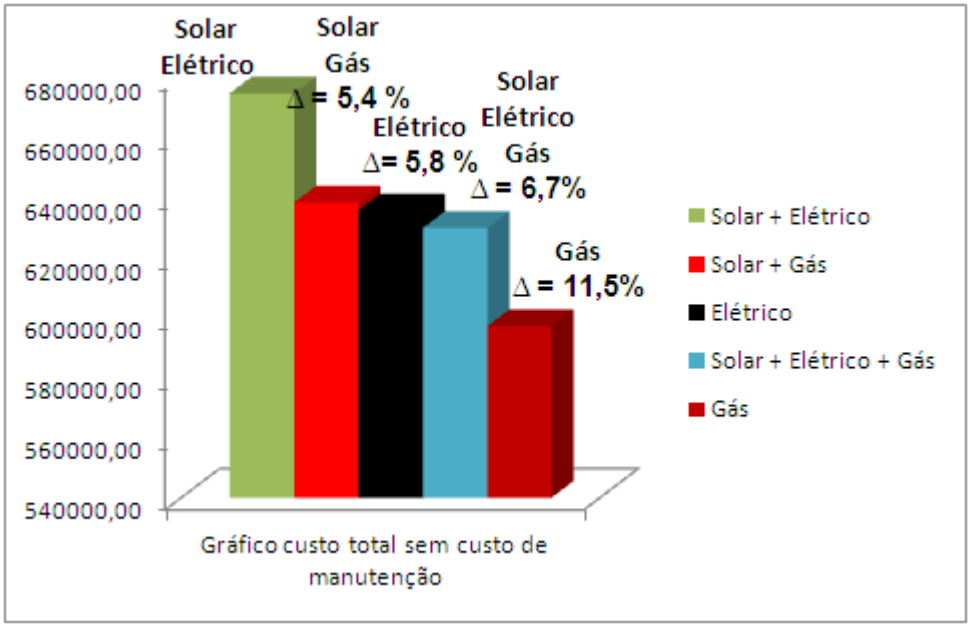


Figura 37 – Gráfico custo total sem os custos com manutenção "Projeto Típico"

Sendo assim, a configuração Solar térmico, Elétrico e Gás Combustível é o que apresenta menor custo entre as demais combinações, atendendo às condições do Desenho Universal, ressaltando ainda que a realização da infraestrutura para a configuração tripla é fundamental, pois possibilita a entrega da unidade de habitação com uma das configurações para uso e sendo complementado posteriormente conforme necessidade ou oferta dos programas de incentivo das distribuidoras de energia ou fabricantes.

Analisando o custo com eletricidade sem a parcela de iluminação e tomadas, permanecendo para cada configuração apenas o custo da eletricidade para o aquecimento de água para o banho, observamos que é bem menor, figura 38 o vem a ajudar às concessionárias no horário de pico, sendo ressaltada a importância dessa redução de valores para o usuário quando muda de faixa na cobrança de imposto.

Elétrica / Banho
Elétrico 208.135,64
Solar + Elétrico 128.328,16
Solar + Elétrico + Gás 10.094,96

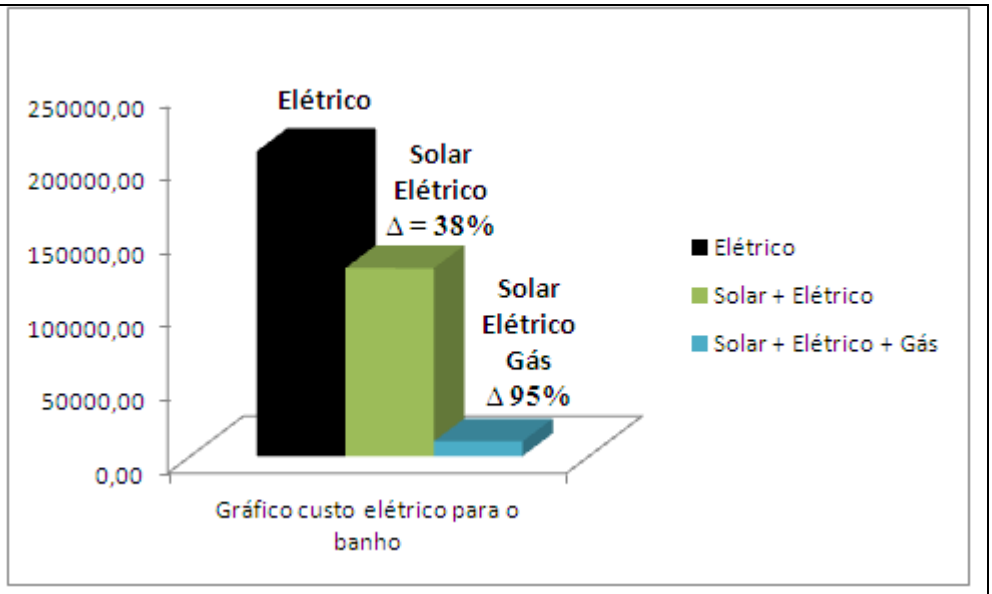


Figura 38 – Gráfico custos com eletricidade para o banho "Projeto Típico"

Da mesma forma analisando o custo com gás natural sem a parcela de cocção, permanecendo para cada configuração apenas o custo com gás natural para o aquecimento de água para o banho, figura 39 e a importância dessa redução de valores para o usuário quando muda de faixa na tarifa, ocorre o mesmo para o gás natural, porém em proporções menores.

Gás / Banho
Gás 137470,92
Solar + Gás 65056,41
Solar + Elétrico + Gás 54557,65

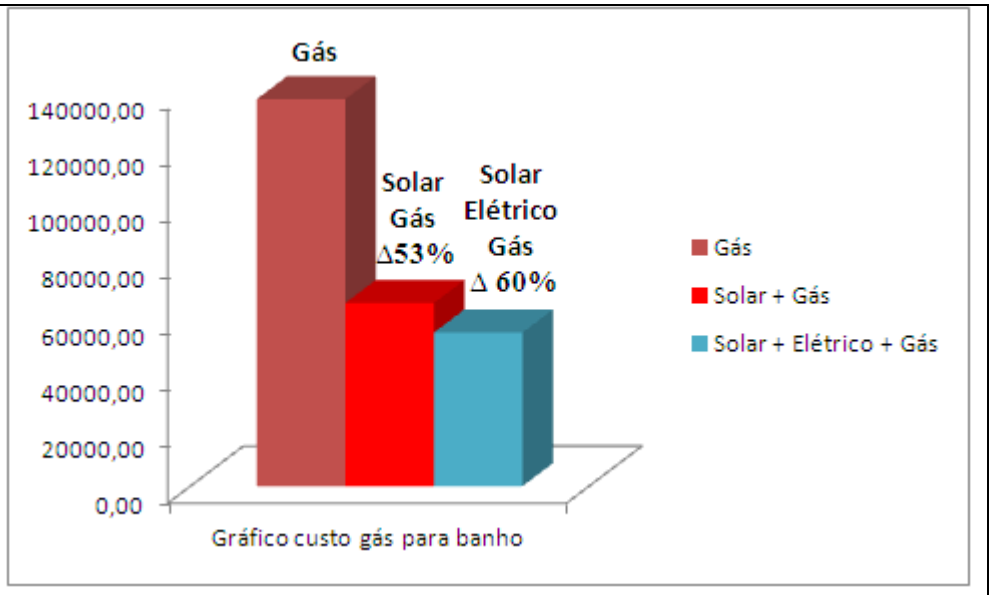


Figura 39 – Gráfico custos com gás natural para o banho "Projeto Típico"

Com relação aos custos iniciais analisa-se isoladamente uma diferença significativa entre configurações individuais e configurações combinadas, figura 40, porém olhando para as configurações combinadas a diferença entre elas não é tão acentuada, sendo maiores os benefícios com a configuração combinada tripla (gás, elétrico e solar térmico), lembrando que

a participação das distribuidoras de energia proporciona com seus programas de incentivo ao uso, condições de pagamento parceladas em até 24 vezes e valores dos aparelhos melhores que o do mercado.

Custo Inicial
Solar + Elétrico + Gás 147.758,63
Solar + Gás 142.215,91
Solar + Elétrico 128.835,57
Gás 26.853,62
Elétrico 10.133,08

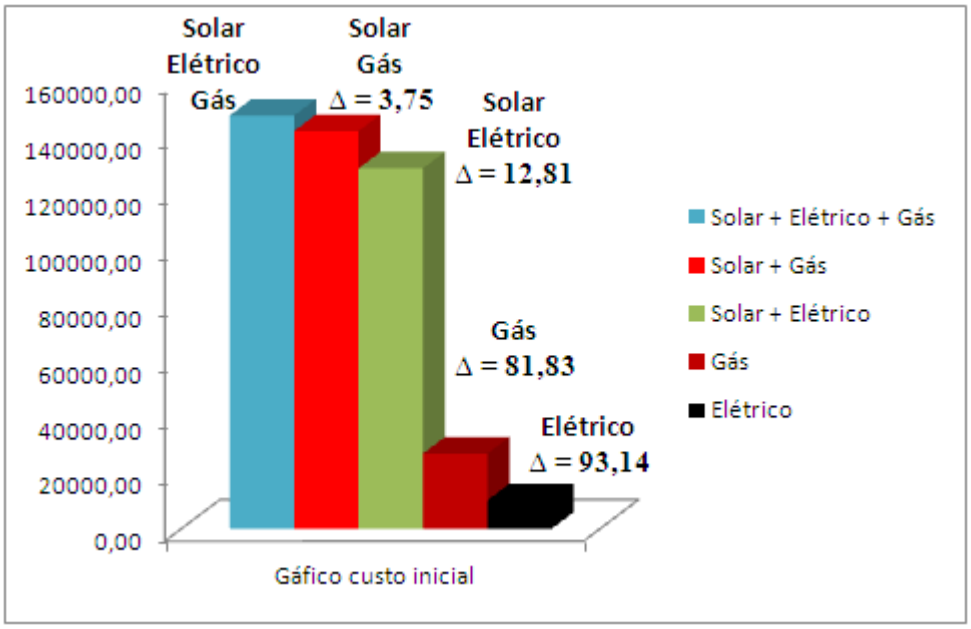


Figura 40 – Gráfico custo inicial para as configurações do "Projeto Típico"

O custo de aquisição dos aparelhos para infraestuturas individuais são bem menores comparados com os aparelhos para infraestruturas combinadas, figura 41, porém sua parcela é menor em relação ao custo da infraestrutura.

Custo Aquisição
Solar + Gás 61.711,62
Solar + Elétrico + Gás 61.104,30
Solar + Elétrico 49.050,78
Gás 14.392,88
Elétrico 1.732,04

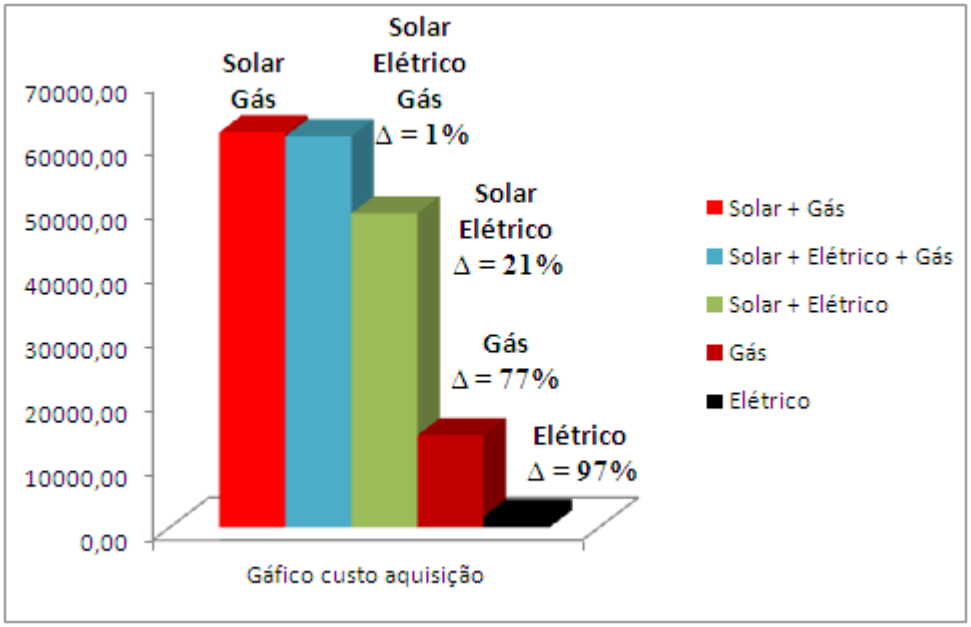


Figura 41 – Gráfico custo aquisição para cada configuração "Projeto Típico"

Os custos com infraestrutura estão mais próximos tanto entre as configurações individuais quanto as configurações combinadas, sendo a maior diferença de 10% em relação ao custo total da edificação solar + elétrico que é de R$1.481.084,40.

Custo Infraestrutura
Solar + Elétrico + Gás 86.654,32
Solar + Gás 80.504,29
Solar + Elétrico 79.784,79
Gás 12.460,74
Elétrico 8.401,04

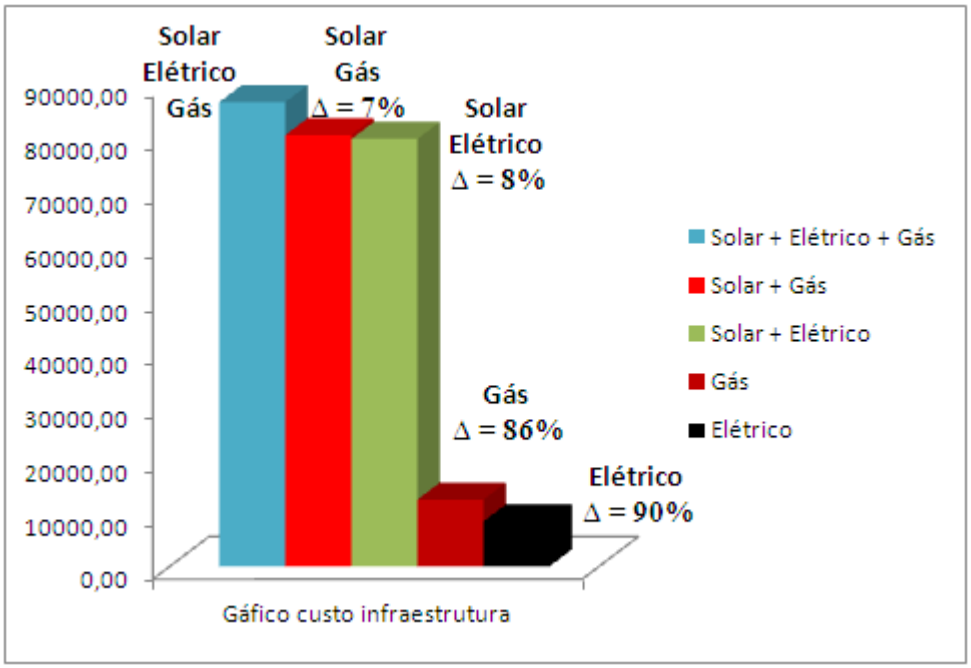


Figura 42 – Gráfico custos para cada configuração de infraestrutura "Projeto Típico"

8 CONCLUSÃO

Para cada ponto abordado no desenvolvimento deste trabalho apresenta-se os comentários.

8.1 FATORES CONDICIONANTES

Os resultados da pesquisa com a CDHU em busca dos fatores condicionantes para a definição da infraestrutra para o aquecimento de água para banho identificam o grau de complexidade envolvida na escolha pela configuração da mesma a ser adotada, destacando dois grupos fundamentais, como segue:

8.1.1 Politicas Públicas

- Atendimento às diretrizes administrativas, políticas de gestão, mudanças governamentais;
- Individualização da medição de água fria, energia elétrica e gás combustível;
- Facilidade e simplicidade no manuseio, operação e utilização;
- Área da unidade habitacional pequena aproximadamente 50 m^2;
- O espaço, área ocupada para aquecimento de água para banho deve ser o menor possível, de fácil acesso, baixa manutenção e permitir a limpeza regularmente.
- Facilidade e agilidade na transferência de responsabilidade ao proprietário, legislação, documentação;
- Atender a projetos de parcerias com empresas distribuidoras de gás combustível ou eletricidade;
- Disponibilização apenas para aquecimento de água para banho;

8.1.2 Tecnologia e Projeto

- Orientação de utilização ao usuário de forma simples e fácil;
- Atendimento às normas técnicas e legislação;
- Condição de segurança na utilização e manutenção;
- Tipologias apropriadas ao padrão, pontos próximos;
- Treinamento e conhecimento do dimensionamento;
- Atendimento a condição de pressão mínima de água para acionamento.

8.2 ESTUDO TEÓRICO

Os resultados do estudo teórico mostram que o custo de operação do aquecimento de água para banho com gás combustível é mais econômico, no mínimo 10%, quando comparados ao elétrico (chuveiro) nas mesmas condições de desempenho.

8.3 ESTUDO DE CASO

Os estudos de casos reforçam a facilidade na instalação da infraestrutura combinada no momento da construção, devendo atender às três formas de aquecimento de água (solar térmico, elétrico e gás combustível), sendo fundamental essa condição, pois a sua construção em etapa futura é onerosa, lenta e desgastante ao usuário.

A infraestrutura combinada tripla possibilita a liberdade de escolha pelo usuário de qual combinação de aparelhos se enquadra no atendimento de suas condições de conforto e financeira, podendo ainda ser planejada a sua utilização de forma gradual, por etapas e até mesmo em forma de pagamento parcelada para atender a condição financeira de cada usuário, gerando flexibilidade na escolha e utilização.

A facilidade de instalação dos aparelhos e utilização traz uma maior penetração desses no mercado que com a sua produção em escala possibilitaria menores custos, viabilizando a sua

instalação, sendo que ainda permite o surgimento de programas de incentivo á utilização por parte das distribuidoras de gás combustível e eletricidade ou até mesmo em conjunto. Ainda possibilita a ação em projetos de fácil realização dos fabricantes de chuveiros automáticos, aquecedores a gás combustível e solar térmico, pelas entidades, associações, condomínios e das políticas governamentais.

A infraestrutura combinada possibilita a manutenção sem a interrupção da utilização do aquecimento de água, pois quando um aparelho encontra-se em manutenção os demais suprem a necessidade, não acarretando o desconforto de ficar sem água aquecida durante o período de reparo, principalmente quando ocorre o problema em feriados ou finais de semana, acarretando transtornos e tempo maiores para a resolução do mesmo.

Dessa forma a CDHU poderia fornecer ou não os aparelhos, onde a transferência de responsabilidade e custos com a manutenção dos aparelhos fornecidos pela CDHU deixa de existir, passando a responsabilidade ao usuário, possibilitando assim a construção de mais unidades habitacionais de interesse popular.

A utilização comum de componentes para infraestrutura combinada como a ducha, os misturadores, as tubulações e acessórios, faz com que o custo seja diluído e não haja desperdício de equipamentos e materiais, preservando o meio ambiente e utilização de forma racional.

No projeto proporciona o surgimento de tipologias e percursos mais adequados à infraestrutura combinada, atendendo as exigências de acessibilidade em todos os momentos da vida, conforme estabelece o conceito de Desenho Universal.

A infraestrutura combinada estimula as tecnologias como é o caso de aquecedores a gás com capacidades menores em desenvolvimentos pela Lorenzetti e outros fabricantes e do chuveiro hibrido, da ducha inteligente Enershower pela Enerfocus em parceria com a Cardal que apresenta uma condição segura na utilização quando elimina a condição de risco ao usuário na realização do controle constante da temperatura na utilização do aparelho.

8.4 ANALISE MERCADOLÓGICA DOS RESULTADOS LCCA

Considerações realizadas em caráter geral e específica para a CDHU.

8.4.1 Geral

Os resultados do LCCA revelam que os custos com operação, utilizando o gás combustível, se mostram mais vantajosos em relação à eletricidade e as demais configurações , já em relação à aquisição e infraestrutura a eletricidade se mostra melhor que o gás combustível, porém, as configurações individuais são mais baratas em relação às configurações combinadas.
Observa-se que os custos com manutenção não alteram a relação entre as configurações mantendo a posição entre elas.

8.4.2 Condição específica CDHU

Analisando o custo da infraestrutura combinada utilizada atualmente pela CDHU no estudo de caso do "projeto típico" e a diferença para a infraestrutura combinada gás combustível, eletricidade e solar térmico, comparada ao custo total do empreendimento solar elétrico do CDHU que é de R$ 1.481.084,40 temos a diferença de 1,28%.
Pensando na aplicação combinada com o solar térmico a infraestrutura que permite melhor aproveitamento é a tripla além de outros ganhos, sendo a melhor opção para o CDHU.
Os benefícios são bem maiores frente a uma diferença de custo tão pequena para se obter uma infraestrutura combinada gás combustível, elétrico e solar térmico de forma flexível e viabilizando qualquer condição futura.
Possibilita investimentos e reaproveitamento dos aparelhos em casos de aluguel, podendo ser retirado e transferido facilmente para o novo local devido à facilidade de instalação.
Desenvolve o interesse pelo conhecimento das diversas combinações de infraestruturas, da sua utilização facilitada e o aprendizado por vizinhos que estão bens informados e melhores sucedidos
O convívio diário nos mostra a melhor solução e o aprendizado pela observação e divulgação entre os mesmos (pelo exemplo) – principio do pai e filho na educação baseada no exemplo, resultando em conhecimento e obtendo benefícios com as mudanças de tarifas e impostos na utilização racional dos gases combustíveis e eletricidade.

Finalizando com a valorização do imóvel e obtenção de benefícios resultantes de incentivos das regulamentações de etiquetagem do nível de eficiência energética das construções (Procel Edifica) a infraestrutura combinada é a melhor opção para o usuário.

Esses resultados contribuem para o papel energético dos gases combustíveis no estado de São Paulo e a substituição da eletricidade por gás combustível para aquecimento de água, com ganhos importantes de eficiência energética e redução dos picos de consumo no setor elétrico, sendo a forma de atuar na causa e não utilizar o gás combustível para suprir a demanda nos horários de pico com os despachos das termoelétricas a gás combustível que conturbam o mercado como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão - Rio de Janeiro, 2004 e errata 1: 2008.

_____. **NBR 5.626:** Instalação predial de água fria: Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8130:** Aquecedor de água a gás tipo instantâneo – Requisitos e métodos de ensaio: Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.185:** Reservatórios Térmicos para líquidos destinados a sistema de energia solar – Determinação de Desempenho Térmico – Método de Ensaio: Rio de Janeiro, 1988.

_____. **NBR 12.087:** Chuveiros elétricos – Determinação da potência elétrica – Método de ensaio: Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 12.089:** Chuveiros elétricos – Determinação do consumo de energia elétrica – Método de ensaio: Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 12.218:** Projeto de rede de Distribuição de água para abastecimento público – Procedimento: Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 12.483:** Chuveiros elétricos – Padronização: Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 13.103:** Instalação de aparelhos a gás para uso residencial – Requisitos: Rio de Janeiro, 2011.

_____. NBR **15.001:** Aparelho eletrodoméstico fixo de aquecimento instantâneo de água – Determinação da Eficiência Energética: Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR **15.526:** Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR **15.569:** Sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e Instalação: Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1:** Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 1 - Requisitos Gerais: Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15.747-1:** Sistemas solares térmicos e seus componentes – coletores solares. Parte 1 – Requisitos gerais: Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 15.747-2:** Sistemas solares térmicos e seus componentes – coletores solares. Parte 2 – Métodos de ensaio: Rio de Janeiro, 2009.

_____.**NBR 15.923:** Inspeção de rede de distribuição interna de gases combustíveis em instalações residenciais e instalação de aparelhos a gás para uso residencial – Procedimento. Rio de Janeiro, 2011.

BARBOSA, E **A evolução do uso residencial na área central do município de São Paulo**. São Paulo, 2001. 220 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BARUFI, C. B. **Identificação de barreiras para a ampliação do uso de gases combustíveis para o aquecimento de água no setor residencial.** São Paulo, 2008. 153 f.. Dissertação de Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008

CHAGURI JUNIOR, J. J. **Sistemas prediais de aquecimento de água a gás: parâmetros de dimensionamento e gerenciamento.** São Paulo, 2009. 103 f.. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **RIP – Regulamento de Instalações Prediais – Gás.** São Paulo, 2009. Disponível em: <http:// www.comgas.com.br.> Acesso em : 10 jul. 2010

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Softwares de dimensionamento** (Instalações Prediais – Gás**).** São Paulo, 2007. Disponível em : <http:// Comgás www.comgas.com.br.> Acesso em 10 jul. 2010.

GHISI*E., GOSCH, E., LAMBERTS, R.: Electrycity end – uses in the residential sector of Brazil". **Energy Policy**, v.35 n 8 , p.4107 – 4120, 2007.

FOSSA, A. J. **Aspectos da conformidade no mercado de gás combustível e o impacto na sua expansão.** São Paulo, 2006. 168 f.. Dissertação de Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MATAJS, Roberto Ramos. **Demanda, consumo e custos das alternativas ao chuveiro elétrico: o exemplo do estado de São Paulo**. São Paulo, 1997. 156 f. Dissertação (Mestrado). Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo

MELO, J. P **Comparando alternativas para uso do gás canalizado: centrais termelétricas ou aquecimento de água em residências.** Itajubá, 2003 82 f Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Energia). – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, 2003.

MOUTINHO, E. – **Cátedra do Gás** – Universidade de São Paulo (USP) entrevista HTTP://catedradogas.iee.usp.br (acesso em junho 2010)

PRADO, R. T. A.; **Gerenciamento da demanda e consumo de energia elétrica para aquecimento de água em habitações de interesse social.** São Paulo, 1991. 226 f Dissertação (Mestrado em Engenharia). – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

PRÊMIO Masterinstal : coletânea de cases gases combustíveis 2006 / 2007 / 2008**.** São Paulo:
Cátedra do gás /Instituto de Eletrotécnica e Energia , 2009

RAIMO, P. A. **Aquecimento de água no setor residencial. São Paulo,** 2007. 125 f Dissertação (Mestrado em Energia). – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ROADMAP COMGÁS - FOSSA, A.J, SANTOS, E. M, CHAGURI JUNIOR, J.J, FAGÁ, M. T. W. **Perspectivas tecnológicas para instalações internas de gases combustíveis em clientes residenciais.** São Paulo, 2008. 101 p.. Cátedra do Gás IEE-USP – Roadmap informações de gases combustíveis.

SAMUEL, J. S. BORELLI, J. S. **Método para análise da composição do custo da eletricidade gerada por usinas termelétricas em ciclo combinado a gás natural.** São Paulo, 2005. 103 f Dissertação (Mestrado em Energia). – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Habitação. **Panorama da Habitação de interesse Social no Estado de São Paulo: 2007 – 2010** / São Paulo, 2010 . Publicação SH, 2010 CDD 363.58098161

_____.Secretaria de Estado da Habitação **Diretrizes do desenho universal na habitação de interesse social no estado de São Paulo:** espaço para todos e por toda a vida . São Paulo, 2010. PUBLICAÇÃO1 SH, 2010 CDD 711.41816 1

SILVA, J. L. M **O impacto do gás e da eletricidade na casa paulistana (1870-1930) – Estudo de cultura material no espaço doméstico.** São Paulo, 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em História). – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Sociais da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

STRAPASSON, A. B. **A energia térmica e o paradoxo da eficiência energética – Desafios para um novo modelo de planejamento energético.** São Paulo, 2004. 133 f Dissertação (Mestrado em Energia). – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

WALLS III, JAMES ; SMITH MICHAEL R. **publicação número FHWA-AS-98-079 Life-Cycle Cost Analysis In Pavement Design Interim Technical Bulletin ,** 1998)

ZOELLNER, K **A incidência da utilização do chuveiro elétrico na geração de água quente nas edificações,** São Paulo, 2005. 97 f Dissertação (Mestrado em Habitação, Planejamento e Tecnologia). – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), São Paulo, 2005.

Leis, Decretos e Portarias

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Industrial e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria nº 119** - 30 de março de 2007

_____.Portaria nº 395 - 10 de novembro de 2008

BRASIL. Ministério da Saúde . Secretaria da Vigilância em Saúde. **Portaria nº 518** - 25 de março de 2004

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.**Lei Municipal 13.885** - 25 de agosto de 2004

SÃO PAULO. (Estado) **Decreto Estadual 53.485** – 26 de setembro de 2008 Disponível em <https:// www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cartilhas/manual-desenho-universal.pdf> Acesso em 10 jul. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual 13.123 - 08 de julho de 2008.

SECRETARIA ESTADUAL DA HABITAÇÃO. **Resolução Conjunta SH/SEDPcD nº 35** – 25 de setembro de 2008 . Disponível em: https://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal. Acesso em: 10 jul. 2010.

_____. Resolução SH nº 36 – 07 de maio de 2003. Disponível em: <https://. www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal.> Acesso em 10 jul. 2010.

_____.Panorama da Habitação de Interesse Social . S.P. disponível em <https:// www.citiesalliance.org/ca/sites/citiesalliance.> Acesso em 10 jul. 2010..

Site

Disponível em: <https.// www.aeseletropaulo.com.br.>Acesso em: 09 maio 2011.

Disponível em: <https.// www.aneel.gov.br> Acesso em: 28 nov. 2011

Disponível em: <https.// www.anp.gov.br> Acesso em: 03 nov. 2011;

Disponível em: <https.// www.catedradogas.iee.usp.br> Acesso em: 14 jul. 2011;

Disponível em: <https.// www.comgas.com.br> Acesso em 07 de jun. 2011;

Disponível em: <https.// www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp> Acesso em 13 jan. 2012;

Disponível em: <https.// www.fomentasp.com.br; acesso em: 28 nov. 2011;

Disponível em: <https.// www.inmetro.gov.br> Acesso em: 13 set. 2011;

Disponível em: <https.// www.metodoeventos.com.br. Acesso em: 01 de jun. 2011;

Disponível em: <https.// www.premiomasterinstal.com.br> Acesso em:08 nov. 2011;

Disponível em: <https.// www.saude.gov.br> Acesso em: 03 de out. 2011;

Disponível em: <https.// www.unchs.org> Acesso em: 20 de abr. de 2011.

ANEXOS

ANEXO A – ENTREVISTA CDHU – RMSP

ANEXO B – ESTUDO TEÓRICO / CÁLCULOS (MESMA BASE)

ANEXO A – ENTREVISTA CDHU – RMSP

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

EP – FEA – IEE - IF

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇAO

Entrevista CDHU – RMSP Data: 01/06/2011
Entrevistados: Gerente de Desenvolvimento de Produtos
Eng. de Instalações Hidráulicas, Gás e Incêndio

1) Dentre os sistemas de aquecimento de água disponíveis no mercado, quais são os mais usados nos empreendimentos dos quais sua empresa participa? Por quê? (Q 06 Clara 2008)

   Considerando a maioria das obras da RMSP, os mais utilizados são:
   Solar / Elétrico (chuveiro) – Padrão atual;
   Gás Natural (aquecedor de passagem);
   Elétrico (Chuveiro) – Padrão antigo.

   Melhor atendimento às características técnicas, necessidades da obra e dos usuários.

2) Na cidade de São Paulo, há um decreto que obriga que apartamentos com dois ou mais banheiros (sem contar lavabo ou banheiro de empregada) disponha de tubulação para água quente e instalações de gases combustíveis para o seu aquecimento. Todos os projetos seguem essa determinação? Como é a fiscalização disso? (Q10 Clara 2008) Decreto Municipal 27.011 de 1988.

   Não se aplica ao padrão e tipo de obra normalmente realizada na RMSP

3) Nos projetos que seguem a regra, também é incluído sistema para instalação de chuveiro elétrico em alguns dos banheiros? Por quê? (Q12 Clara 2008)

   Nos projetos com aquecedor de passagem a gás natural é considerado no mínimo a carga, o ponto de elétrica, tubulação seca e local para disjuntor e aterramento, quando não é entregue tudo pronto, apenas sem o chuveiro.

4) Como você avalia o nível de conhecimento, interesse e atuação dos demais agentes da cadeia produtiva pelos sistemas de aquecimento de água a gás? (Q15 Clara 2008)

   Todas as áreas envolvidas conhecem, tem interesse e atuam nas suas respectivas funções, sendo o QUALIHAB o setor de aprovação das novas tecnologias.

5) Pesquisas indicam que a instalação de sistemas elétricos pode ser mais cara do que a instalação de sistema a gás. Você já fez os cálculos? A que resultado chegou? (Q19 Clara 2008)

   Não temos essa avaliação.

6) Nas construções em que usa chuveiro elétrico, qual é a potência máxima do aparelho que pode ser instalado? (Q20 Clara 2008)

   Potência de 5.400W (Padrão)

7) A NBR 13103 na revisão de 2006 possibilitou a utilização de tubulação de cobre com espessura 0,5 mm para instalação a gás, você tem conhecimento? Isso motivou a migração para sistemas de instalação a gás?

   Sim, Atualmente não estamos aplicando essa condição, mas poderia ser aplicado sem problemas.

8) Quais Tipologias são utilizadas? Nas Tipologias em que a distância é mais curta entre o ponto de entrada de gás / água do aparelho e do ponto de utilização é condicionante para escolha do sistema de aquecimento a gás em substituição ao elétrico? As tipologias existentes atualmente facilitam ou se preocupam com essa condição ?

   A Tipologia Padrão é Solar / Elétrico (chuveiro), podendo ser alterada quando da necessidade ou por solicitação de outras áreas para atendimento a determinadas características e condições específicas.
   Não é condicionante a distância mais curta, segue o padrão.

9) As edificações poderiam contemplar a realização de instalações aparente de tubulação de gás e água? Facilitaria a produtividade, manutenção e custos?

   Sim, Algumas instalações são construídas com a tubulação de forma acessível, passando em shafts e utilizando sancas.

10) Novas tecnologias como tubo flexível de cobre em rolo (gás / água) facilitam a construção? Existem obras em andamento testando novas tecnologias? Existe um órgão aprovador?

    Sim, Sim, o QUALIHAB é o setor para aprovação de novas tecnologias.

11) A utilização de pré-montagem visando agilidade, leva ao aumento de produtividade?

    Sim a hidráulica em parede não armada
    No dia da entrevista houve uma apresentação da TESIS E COMGÁS, onde foi apresentada proposta de estudos com essa condição / kit.

12) A individualização da medição é uma condicionante para: água? gás? eletricidade?

Sim, medição individual para água fria, gás e eletricidade.

13) É considerado no sistema de aquecimento de água pontos para banho e pia cozinha e banheiro? Só banho? Só cozinha? Seria interessante atender mais de um ponto?

Só ponto para banho, não temos outra demanda.

14) A oferta de outros pontos de aquecimento de água para uso não simultâneo é desejável? Representa maior conforto?

Não temos essa demanda, sim

15) A lei 14.459/2007 obriga a preparação de todos as novas edificações para a utilização do sistema de aquecimento solar térmico e edificações com mais de 4 banheiros são obrigados a usar a energia solar. As obras da RMSP estão fora dessa obrigação?

Não aplicável a maioria das edificações para a RMSP, novas edificações seguem o padrão solar / elétrico.

16) Na instalação de sistemas de aquecimento solar térmico a complementação é realizada com sistema de aquecimento a gás ou elétrico? É indiferente? Problema de pressão?

Elétrico (Chuveiro), tecnicamente qualquer sistema atende e casos raros e específicos de problema de pressão utiliza-se pressurizador

17) A instalação elétrica para chuveiro elétrico está em conformidade com as normas NBR 5410 e NR10 quanto ao dimensionamento, fiação, eletroduto, disjuntor e segurança, aterramento, fio terra, DR e DPS.

Sim, Em conformidade com as normas e legislação.

18) A instalação de aquecedor de passagem a gás está em conformidade com a NBR 13103 quanto ao dimensionamento e segurança?

Em conformidade com as normas e legislação.

19) Os aparelhos e dispositivos do sistema de aquecimento são fornecidos junto com a obra (funcionando) ou só a infraestrutura para instalação dos aparelhos?

Chuveiro não, solar sim sem a ducha e gás sim sem a ducha.

20) Os projetos levam em consideração a portaria 372 de 17/09/2010 (eficiência energética / etiquetagem para edificação / INMETRO)? O sistema a gás é priorizado para essa condição?

Estamos no início das avaliações e encontra-se em andamento levantamento das necessidades para etiquetagem para um padrão de obra encaminhado, atualmente o Padrão é Solar.

21) Quantas e quais empresas de projeto atuam nas obras da RMSP?

Inúmeras e são controladas pela CDHU ou seus prepostos / fiscalizadoras.

22) O sistema de aquecimento de água contempla o conceito de Desenho Universal? Apresenta ganhos: No acionamento? No posicionamento? Na infraestrutura mista (gás, solar e elétrica), Na liberdade de escolha?

Sim, Os projetos novos contemplam acionamentos e localização atendendo os conceitos do Desenho Universal.

23) Existem estudos ou experiências em busca de um sistema mais eficiente?

Não temos nada pronto e pesquisas não são conhecidas.
Busca-se entender e identificar qual sistema é mais eficiente

24) Com o crescimento de consumo elétrico, devido ao crescimento da população e acontecimentos como a copa do mundo e as olimpíadas, altera alguma determinação existente ou estudos?

Não tem alteração

25) O Roubo de material (cobre) nas obras é um condicionante para escolha do sistema a ser utilizado gás ou elétrico?

Não, apenas a preocupação com os roubos e segurança das pessoas na obra.

26) As concessionárias distribuidoras de eletricidade e gás contribuem para modificações no sistema de aquecimento de água das obras?

Sim, através de Programas de Pesquisa & Desenvolvimento e Eficiência Energética, é estabelecido um ou outro sistema a ser adotado.

27) Quem e onde é definido o sistema de aquecimento de água a ser utilizado? Em que momento? Com base em que requisitos? Quem pode alterar e propor modificações? É fácil?

O projeto utiliza sistema padrão Solar / Elétrico, qualquer necessidade altera-se o projeto e retorna para aprovação, desde que em tempo hábil.

28) O que é levado em conta para a escolha do sistema de aquecimento de água?

O Padrão Solar / Elétrico e / ou parcerias.

29) Quais os fatores condicionantes na escolha pelo sistema de passagem para aquecimento de água a gás e elétrico?

- Área pequena aproximadamente 50 m^2;
- Custo Baixo, dentro da validação pela área de terras;
- Medição individual água fria, gás e elétrica;
- Pressão mínima para acionamento do sistema de aquecimento de água no último andar;
- Atendimento a normas técnicas e legislação vigente;
- Segurança e manutenção de fácil transferência;
- Área ocupada e facilidade de abastecimento;
- Possibilitar a transferência imediata ao usuário;
- Facilidade de orientação ao usuário, simplicidade e treinamento;
- Existência de padrão sedimentado, sem riscos, nem problemas com segurança.
- Conhecimento para dimensionamento.
- Condição segura e facilidade de utilização.
- Parceria com concessionárias distribuidoras de eletricidade e gás combustível.
- Atendimento a diretrizes atualizadas e gestão.

ANEXO B – ESTUDO TEÓRICO / CÁLCULOS (MESMA BASE)

A análise teórica com base em cálculos teóricos que levam em consideração a mesma faixa de potência para chuveiro elétrico, aquecedor de água a gás (GLP e GN) instantâneo utilizando dados da tabela de consumo de energia do PBE do INMETRO e normas técnicas da ABNT, nos mostra que podemos aproveitar o máximo de cada fonte de energia obtendo o melhor custo benefício para a finalidade de aquecimento de água para banho, administrando a quantidade e duração do banho em sintonia com a utilização da eletricidade e gás combustível nas outras aplicações em uma residência.

Não apresentamos informações referentes ao sistema solar térmico para aquecimento de água para banho por não apresentar custo direto com relação ao consumo.

CHUVEIRO ELÉTRICO - Conforme tabela de consumo de energia elétrica – chuveiro elétrico (edição 05/2010) do INMETRO, esses produtos têm sua eficiência energética superior a 95% (Faixa de 95 à 100%)

Potência de maior representatividade no mercado (Tabela INMETRO, ABINEE) é de 5500 W e 7700 W o que estabelece considerando a eficiência energética uma faixa de potência como segue:

Potência 5500 W eficiência 95% 5225 W
eficiência 100% 5500 W

Potência 7700 W eficiência 95% 7315 W
eficiência 100% 7700 W

AQUECEDOR DE ÁGUA A GÁS INSTANTÂNEO - Conforme tabela de consumo / eficiência energética do INMETRO, esses produtos têm rendimento (%) como segue nas faixas de A à E: sendo A (82%) B (80%) C (78%) D (76%) e E (72%), porém como todos os aparelhos etiquetados estão acima da classificação E, estaremos considerando a seguinte faixa:

Rendimento variando de 76% à 82%. Temos como aquecedor equivalente:

Potência 5225 W 82% 6371,95 W
76% 6875,00 W

Potência 5500 W 82% 6707,32 W
76% 7236,84 W

Faixa (5500) 6371,95 W à 7236,84 W

Potência 7315 W 82% 8920,73 W
76% 9625,00 W

Potência 7700 W 82% 8920,73 W
76% 10131,58 W

Faixa (7700) 8920,73 W à 10131,58 W

Transformando em consumo de gás GLP e GN conforme Portaria 119 do INMETRO de 30 de março de 2007, temos:

GLP (kW x (7,26/100)

Faixa (5500) 0,46 kg/h à 0,53 kg/h **Faixa (7700) 0,65 kg/h à 0,74 kg/h**

GN (kW = 0,278 x V x PCS) conforme tabela A1 da NBR 8130 o PCS = 39,87MJ/m^3

Faixa (5500) 0,58 m^3/h à 0,65 m^3/h **Faixa (7700) 0,81 m^3/h à 0,92 m^3/h**

Banho padrão conforme ABNT 12089 e RESP 002 INMETRO temos:

Nº padrão de dias no mês = 30 dias

Tempo padrão de banho (ABNT) = 8 min = 0,13 h

Nº de banho = 1 banho padrão

Tabela 42- Comparativo custos eletricidade x gases combustíveis

Custo Base consulta de preços junho / 2011

Eletricidade = Tarifa Resisdêncial B — Site AES Eletropaulo

Gás GLP = Tarifa Cilindro P13 — Distribuidor Ultragaz — R$ 44,00

Gás Natural = Tarifa Residêncial — Site COMGÁS — I=F+(CMxV)

Número	**Elétrico**	Consumo	Valor	**GLP**	Consumo	Valor	**GN**	Consumo	Valor
Banhos	**5225 W**	kWh	R$	**kg/h**	Kg	R$	**m^3/h**	m^3	R$
1	5225	20,90	11,71	0,46	1,85	**6,26**	0,57	2,30	12,15
2	10450	41,80	19,21	0,925207	3,700829	**12,53**	1,149771	4,599085	17,75
3	15675	62,70	26,70	1,387811	5,551244	**18,79**	1,724657	6,898627	21,68
4	20900	83,60	34,20	1,850415	7,401659	**25,05**	2,299542	9,198169	28,69
5	26125	104,50	41,70	2,313018	9,252073	**31,31**	2,874428	11,49771	35,84

Número	**Elétrico**	Consumo	Valor	**GLP**	Consumo	Valor	GN	Consumo	Valor
Banhos	**5500 W**	kWh	R$	**kg/h**	Kg	R$	**m^3/h**	**m^3**	R$
1	5500	22,00	12,10	0,53	2,10	**7,11**	0,65	2,61	13,43
2	11000	44,00	20,00	1,050789	4,203158	**14,23**	1,305834	5,223337	18,82
3	16500	66,00	27,89	1,576184	6,304737	**21,34**	1,958751	7,835006	24,45
4	22000	88,00	35,78	2,101579	8,406316	**28,45**	2,611669	10,44667	32,58
5	27500	110,00	43,67	2,626974	10,50789	**35,57**	3,264586	13,05834	40,70

Número	**Elétrico**	Consumo	Valor	**GLP**	Consumo	Valor	**GN**	Consumo	Valor
Banhos	**7315 W**	kWh	R$	**kg/h**	Kg	R$	**m^3/h**	m^3	R$
1	7315	29,26	14,71	0,65	2,59	**8,77**	0,80	3,22	15,39
2	14630	58,52	25,20	1,29529	5,181161	**17,54**	1,60968	6,438718	20,90
3	21945	87,78	35,70	1,942935	7,771741	**26,30**	2,414519	9,658078	30,12
4	29260	117,04	46,20	2,59058	10,36232	**35,07**	3,219359	12,87744	40,14
5	36575	146,30	56,70	3,238226	12,9529	**43,84**	4,024199	16,0968	50,98

Número	**Elétrico**	Consumo	Valor	**GLP**	Consumo	Valor	GN	Consumo	Valor
Banhos	**7700 W**	kWh	R$	**kg/h**	Kg	R$	**m^3/h**	**m^3**	R$

1	7700	30,80	15,26	0,74	2,94	**9,96**	0,91	3,66	16,14
2	15400	61,60	26,31	1,471105	5,884421	**19,92**	1,828168	7,312672	22,83
3	23100	92,40	37,36	2,206658	8,826632	**29,87**	2,742252	10,96901	34,20
4	30800	123,20	48,41	2,942211	11,76884	**39,83**	3,656336	14,62534	45,82
5	38500	154,00	59,46	3,677763	14,71105	**49,79**	4,57042	18,28168	58,65

Nota: Não considerado consumo de eletricidade para outra aplicação como exemplo iluminação, aparelhos eletrodomésticos e outros, nem consumo de gás combustível (GLP e GN) para outras aplicações como cocção e outros.

GLP considerado o custo da entrega em casa (caminhão) e considerado aproveitamento total do gás do cilindro, sem sobra no botijão, o que na prática não ocorre.

Da análise teórica de potências dos aparelhos a gás e elétrico com base nos dados da tabela de eficiência energética do PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO para os aparelhos chuveiro elétrico e aquecedores de água a gás instantâneo e ainda a análise das normas técnicas da ABNT para os respectivos aparelhos, podemos identificar que para uma mesma condição de potência ou equivalente para cada aparelho, o custo na utilização do gás combustível a partir de dois banhos é inferior ao custo com eletricidade no mínimo em 10%.

Sabendo que as características de utilização dos aparelhos para banho variam de usuário para usuário, de dia para dia, conforme a quantidade de banhos, o tempo de duração do banho, do conforto, vazão de água, potência máxima dos aparelhos de aquecimento de água e sua eficiência, da temperatura inicial da água ou da condição climática local nos remetem a análise das tarifas praticadas pelas distribuidoras de energia elétrica e gás combustível, obtidas nos sites das empresas em junho 2011 e novembro de 2011, obtivemos os seguintes gráficos:

GLP - Com relação ao preço, não há qualquer tipo de tabelamento, onde os preços são livres e devem estar bem visível no local de venda.

Um levantamento de preços e volumes vendidos em todo o Brasil é realizado semanalmente pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Esses dados são publicados no endereço eletrônico www.anp.gov.br/preco. Acesso ao site em 14 de novembro de 2011, obtivemos a seguinte informação:

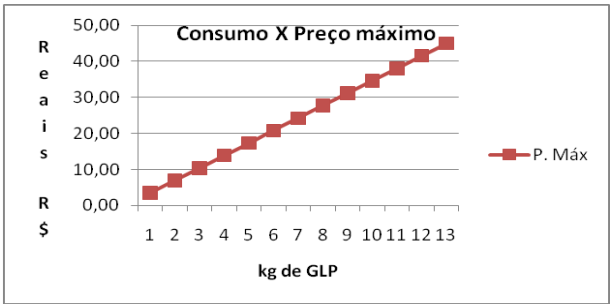
Em São Paulo, foram pesquisados 217 locais de venda do botijão de GLP 13 kg onde (Preço máximo R$ 45,00 - Preço médio R$ 39,10 - Preço mínimo R$ 33,99).

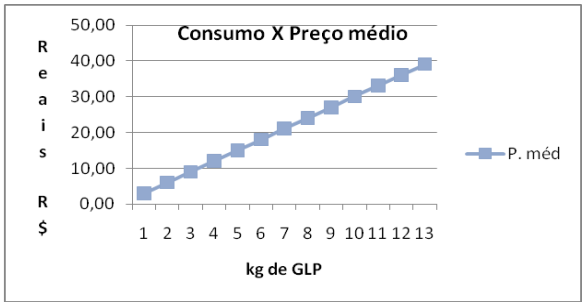
Tabela 43- Tarifa do GLP

GLP Botijão 13 kg						
Preço Máximo	Preço médio	Preço mínimo	Kg	P. Máx.	P. méd.	P. mín.
			1	3,46	3,01	2,61
45,00	39,10	33,99	2	6,92	6,02	5,23

P. Máx. por kg	P. méd. por kg	P. mín por kg
3,46	3,01	2,61

3	10,38	9,02	7,84
4	13,85	12,03	10,46
5	17,31	15,04	13,07
6	20,77	18,05	15,69
7	24,23	21,05	18,30
8	27,69	24,06	20,92
9	31,15	27,07	23,53
10	34,62	30,08	26,15
11	38,08	33,08	28,76
12	41,54	36,09	31,38
13	45,00	39,10	33,99





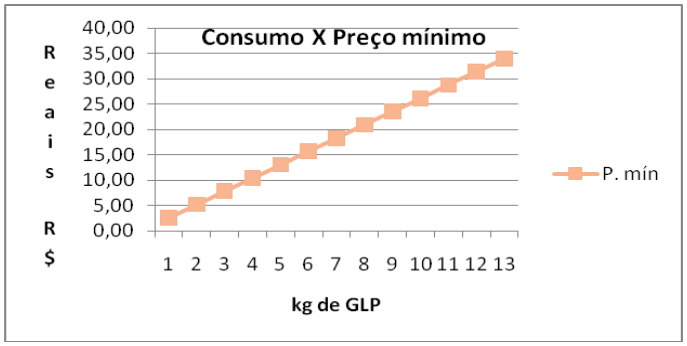


Figura 43 - Gráfico ilustrativo Consumo GLP x Preço

GN (Comgás) - Com relação às tarifas do gás natural canalizado da área de concessão da Comgás conforme deliberação ARSESP número 234, de 27/05/2011, com vigência a partir de 31/05/2011 para o segmento residencial, conforme indicado no site da Comgás www.comgas.com.br acessado em junho de 2011, obtive-se a seguinte informação:

Tabela 44 – Tarifa do GN / Comgás

Tarifas do Gás Natural Canalizado
Área de Concessão da Comgás
Deliberação ARSESP nº 234, de 27/05/2011, com vigência a partir de 31/05/2011

Segmento Residencial

		Valores sem ICMS		Valores com ICMS	
Classes	Volume m³/mês	Fixo - R$/mês	Variável - R$/m³	Fixo - R$/mês	Variável - R$/m³
1	0,00 a 1,00 m³	6,01	0	6,83	0
2	1,01 a 3,00 m³	6,01	3,601711	6,83	4,092853
3	3,01 a 7,00 m³	6,01	1,505238	6,83	1,710498
4	7,01 a 14,00 m³	6,01	2,736650	6,83	3,109830
5	14,01 a 34,00 m³	6,01	3,087868	6,83	3,508941
6	34,01 a 600,00 m³	6,01	3,342609	6,83	3,798419
7	600,01 a 1.000,00 m³	6,01	2,826775	6,83	3,212244
8	> 1.000,00 m³	6,01	1,847408	6,83	2,099327

Nota do Faturamento: Os encargos variáveis são aplicados em cascata e o encargo fixo é aplicado na classe do consumo.

Gás Natural - Comgás

S.P.

Volume m3/mês	Valor com ICMS
0,00	6,83
1,00	6,83
1,01	6,87
3,00	15,02
3,01	15,03
7,00	21,86
7,01	21,89
14,00	43,63
14,01	43,66
34,00	113,81
34,01	113,84
600,00	2263,71

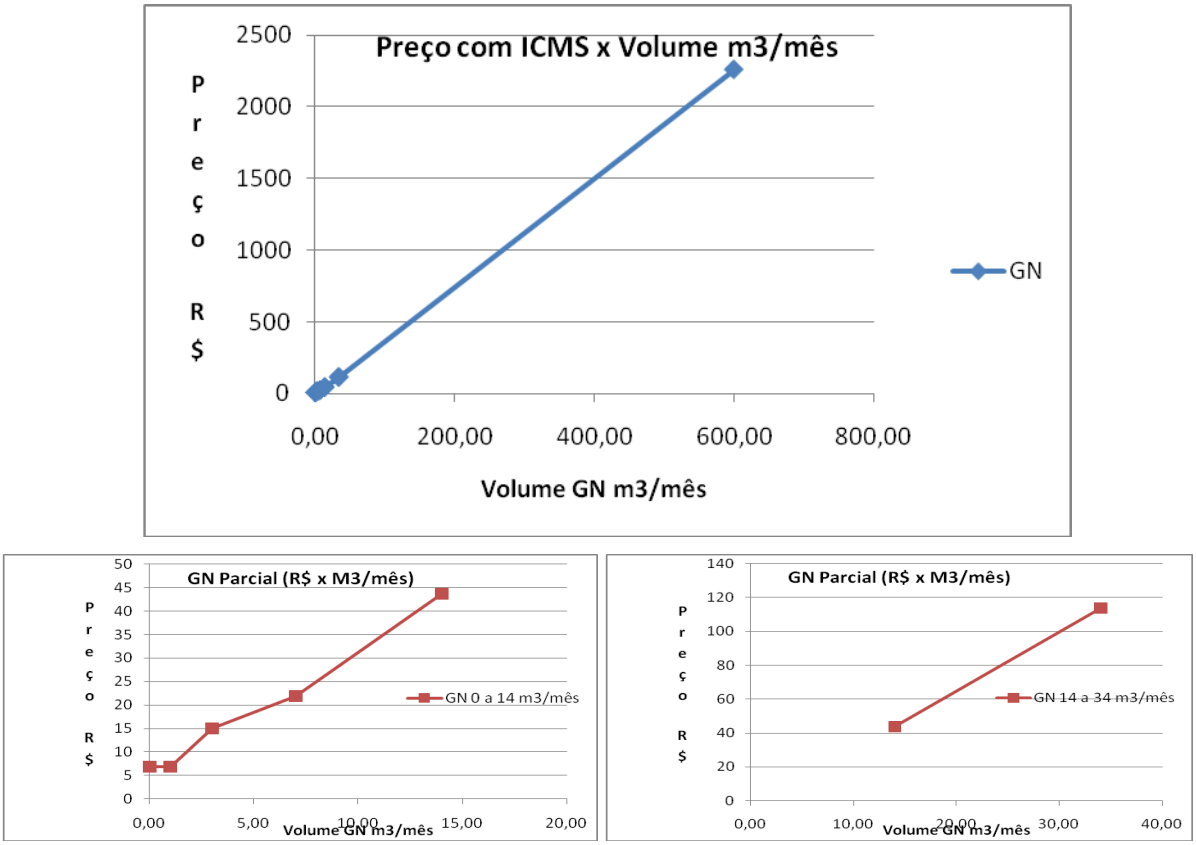


Figura 44 - Gráfico ilustrativo Consumo GN x Preço

Eletricidade (AES Eletropaulo) - Com relação às tarifas de eletricidade da área de concessão da AES Eletropaulo e impostos e encargos, conforme indicado no site www.aeseletropaulo.com.br para o Tarifa Grupo B, residencial B1 (0,29651 R$/kWh) acessado em junho de 2011, obtive-se a seguinte informação:

Tabela 45 – Tarifa Elétrica AES Eletropaulo

Consumo kWh	Valor R$
0,00	4,21
1,00	4,57
50,00	22,15
100,00	40,09
150,00	58,02
200,00	75,96
210,00	93,61
250,00	110,64
300,00	131,92

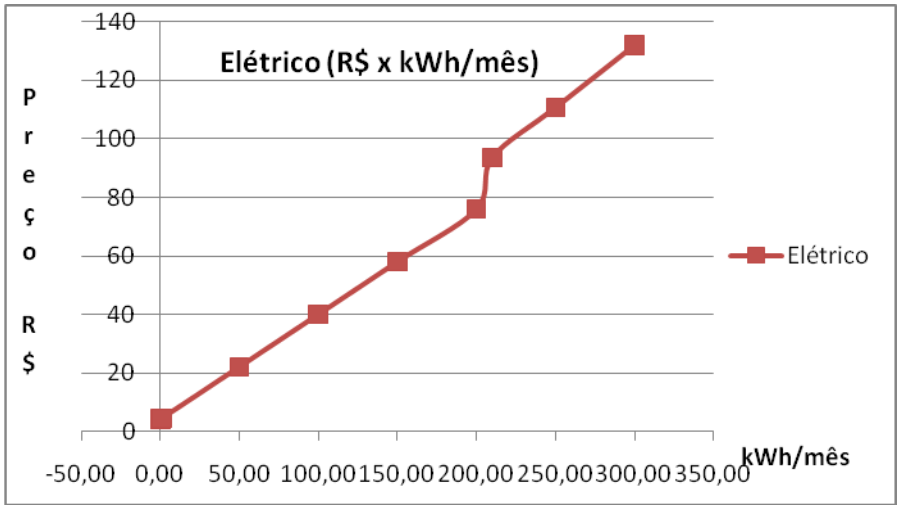


Figura 45 - Gráfico ilustrativo Consumo Elétrico x Preço

Analisando os gráficos podemos observar que o sistema misto ou a utilização conjunta dos sistemas de aquecimento de água melhora ainda mais os ganhos, pois a eficiência do sistema pode ser obtida com a otimização de cada forma individual, onde observa-se pelos gráficos que para o GLP a relação é constante devido à inclinação constante e representação linear apresentada no gráfico, já para o GN observa-se as condições mais favoráveis nas faixas de 3,01 a 7,00 m3 e acima de 600m3, onde a inclinação é menor, indicando as melhores condições de utilização e para eletricidade o melhor aproveitamento nas condições inferiores a 200 kWh/mês, o que leva a reforçar o conceito da utilização do sistema misto (gás combustível, solar e elétrico), onde para as diversas aplicações residenciais, onde trabalha-se com consumo de eletricidade abaixo de 200 kWh e gás combustível na faixa de 3,01 à 7,00 m3 com o auxílio do sistema solar térmico.

Considerando ainda que a utilização dessas fontes de energias (gás combustível e elétrica) em uma residência não se destina unicamente a aplicação para o aquecimento de água para o banho, mas também para cocção, iluminação, climatização, imagens e sons, etc..

Todos esses fatores reforçam que a condição de maior eficiência está na utilização mista ou conjunta dos sistemas de aquecimento de água, devendo ser considerada ainda o sistema solar térmico.

O que nos leva a defender nesta dissertação de que a infraestrutura inicial é fundamental e deve estar adequada aos três sistemas de aquecimento de água (solar, elétrico e gás combustível), pois a sua construção em etapa futura é onerosa e desgastante ao usuário.