

I-250 - PADRÕES DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL DE SALVADOR, BAHIA

Ana Paula Arruda de Almeida Garcia⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre e doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia - UFBA. Docente da Faculdade Área 1; Pesquisadora da Rede De Tecnologias Limpas - Teclim UFBA e Analista de saneamento na Empresa Baiana de Águas e saneamento - Embasa.

Kelly Fontoura

Socióloga, Mestre e Doutoranda em Ciências Sociais pela UFBA, Pesquisadora da Rede De Tecnologias Limpas - Teclim UFBA

Gabriella Laura Peixoto Botelho

Professora Assistente na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Engenheira Sanitarista e Ambiental Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento; Doutoranda em Engenharia Industria.

Karla Patrícia Santos Oliveira Rodríguez

Professora da UFBA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) e Mestrado em Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA), Doutora em Engenharia Química. e-mail: karlaesquerre@ufba.br

Asher Kiperstok

Professor da UFBA / UFSB, Coordenador Rede TECLIM, MPhil e PhD em Engenharia Química / Tecnologias Ambientais. e-mail: asherkiperstok@gmail.com

Endereço⁽¹⁾: Rua Aristides Novis, nº 02, 4º andar. Escola Politécnica - Departamento de Engenharia Ambiental – TECLIM: Rede de Tecnologias Limpas. Federação. CEP 40210-630. Salvador – Bahia. Tel.: 3283-9892 / 3283-9798 - e-mail: apaagarcia@gmail.com

RESUMO

O texto a seguir, apresenta o estudo exploratório sobre padrões e fatores associados ao consumo de água e energia elétrica em Habitações de Interesse Social - HIS localizadas no subúrbio ferroviário de Salvador, Bahia. A partir dos resultados levantados a partir de entrevistas com moradores das residências avaliadas, confrontados as informações socioeconômicas das família e da habitação e das informações levantadas junto à concessionária de água foi possível definir indicadores do consumo de água e energia, permitindo, a partir de tratamento destes dados com a metodologia de análise de agrupamentos, foi possível identificar 03 grupos de famílias, utilizando como variável estratificadora os indicadores adotados. Embora as famílias residentes em HIS possuam características socioeconômicas bastante homogêneas, ainda assim, percebe-se o agrupamento das residências segundo perfis distintos de consumo de água e energia, a partir de indicadores adotados para estimar estas variáveis. A necessidade da utilização do indicador associado ao consumo de água reflete característica da população estudada, onde há, praticamente, a ausência de medição, grandes débitos junto à concessionária e número significativo de ligações clandestinas.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo, água, energia, habitação de interesse social

INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por água na área urbana, associado ao comprometimento da qualidade dos mananciais mais próximos evidencia a necessidade de soluções que utilizem a água de forma mais sustentável, embasadas na caracterização da sua utilização, assim como na definição dos padrões de consumo, intimamente relacionados a fatores sociais e culturais das famílias e às características dos domicílios. Principalmente, quando no que se refere ao consumo de água potável, pela necessidade do controle rigoroso da sua qualidade, desde os mananciais até o seu uso final.

Em residências o consumo de água varia consideravelmente de uma casa para outra dependendo de fatores socioeconômicos, culturais, pessoais e das características do imóvel.

Muitas pesquisas têm buscado relacionar a demanda residencial por água a variáveis socioeconômicas, climatológicas e a características do próprio imóvel. Memon e Butler (2006) afirmam que uma previsão precisa da demanda por água é essencial para definir as futuras necessidades de abastecimento de água e avaliar a sustentabilidade financeira das ações de gestão da demanda. O consumo de água dependerá dos hábitos pessoais e características locais, sendo influenciado por fatores econômicos, sociais e ambientais. Porém, a caracterização do consumo é complexa devido às relações entre as variáveis com o consumo. Vários estudos têm sido realizados para identificar os principais fatores que afetam o consumo doméstico de água.

A maioria dos artigos consultados, identifica como fatores determinantes do consumo de água características físicas do imóvel, como área construída, número de cômodos e quartos, tamanho e nível socioeconômico das famílias (MORAES, 1995; FERNANDES NETO et. al, 2005; ALMEIDA, 2007; FRONDEL e MESSNER, 2008; SILVA et al., 2008; FOX et.al, 2009; DIAS et al., 2010; BOTELHO, 2012) e características climáticas, como temperatura e precipitação, (ZHOU et al, 2000; ZHOU et al, 2001; AMARAL E SHIROTA, 2000; FERNANDES NETO et al, 2005; GATO et. al, 2007; FRONDEL e MESSNER, 2008).

O preço da água é outro importante aspecto na demanda por este recurso, avaliado por diversos autores (DANDY, 1997; ARBUÉS et. al, 2003; FRONDEL e MESSNER, 2008). Ao analisar a influência do preço da água, deve-se considerar que a maioria das companhias de água e esgoto brasileiras adotam a cobrança progressiva da tarifa de água variando de acordo com o consumo, ou seja, o valor por m³ aumenta à medida que aumenta o consumo. Esta forma de cobrança busca induzir o uso eficiente da água. Assim, quem consome mais pagaria mais por m³. Outra prática bastante comum é a determinação de um volume mínimo faturado, assim, para consumos até este valor, é cobrada uma taxa fixa. O volume mínimo mais adotado é de 10 m³. Mudanças significativa na estrutura tarifária, como a cobrança a partir do consumo efetivamente medido, independente da faixa, necessitaria de alterações significativas das concessionárias brasileiras como garantia cujas medições são confiáveis e precisas, eliminação de ligações cujo consumo é cobrado com base em volumes presumidos, combate efetivo às perdas aparentes e roubo de água, o que pode representar um alto investimento inicial. São muitos os conceitos e variáveis associados à determinação da tarifa de água. Evidencia-se a necessidade da discussão de mudanças na forma de cobrança atualmente adotada, permitindo que as diretrizes associadas à elaboração da tarifa sejam atendidas, entre elas a inibição do consumo supérfluo e do desperdício e a sustentabilidade, tanto financeira quanto ambiental dos sistemas.

Apesar de diversos estudos apontarem a forte influência da renda no consumo residencial (FERNANDES NETO et. al, 2004; FRONDEL e MESSNER, 2008; DIAS et. al., 2010), poucos se dedicaram a estudar os fatores que afetam a demanda por água dentro de uma classe de renda específica.

No que se refere à caracterização do consumo de água em habitações de baixa renda, foram poucos os trabalhos identificados na literatura. Destes destacam-se os trabalhos realizados por Dantas e outros (2006) e Ywashima e outros (2006) avaliaram o consumo de água em habitações de interesse social localizadas em Itajubá/MG e Paulínia/SP e os trabalhos de Moraes (1995), Cohim e colaboradores (2008), Botelho (2012) e Garcia e colaboradores (2013) que estudaram o consumo em habitações de baixa renda localizadas na Região Metropolitana de Salvador.

Embora os diversos estudos consultados apontem consumos de água, em habitações onde residem famílias de baixa renda, inferior à média das cidades onde estão localizados, vale destacar que estes representam a maioria da população residente nas grandes cidades, de forma que estudar seus hábitos e padrões de consumo são fundamentais para a gestão dos recursos, inclusive, para a proposição de novas tecnologias e projetos de habitações de interesse social, voltada à essa parcela da população. Aspecto que ganha destaque, frente aos o aumento expressivo no volume de recursos aplicados em políticas setoriais de habitação e saneamento, a exemplo do Programa Minha Casa Minha Vida, que tem entre seus objetivos, aumentar o acesso das famílias de baixa renda à casa própria.

Neste contexto insere-se o projeto-rede “Uso Racional de Água e Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social” aprovado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), através da chamada pública: Saneamento Ambiental e Habitação 07/2009 – Encomendas MCT/FINEP/CT - Transversal - REDE22. No âmbito deste projeto insere-se a equipe da Rede de Tecnologias Limpas – TECLIM da Universidade Federal da Bahia, desenvolvendo o projeto, cujos alguns dos resultados alcançados são descritos a seguir.

OBJETIVO

O texto a seguir apresenta o estudo exploratório sobre padrões e fatores associados ao consumo de água e energia elétrica em Habitações de Interesse Social - HIS localizadas no subúrbio ferroviário de Salvador, Bahia.

METODOLOGIA

A pesquisa de campo foi realizada entre os dias 27 de janeiro e 08 de março de 2012, num conjunto habitacional, localizado no subúrbio do município de Salvador, no Estado da Bahia, através da aplicação de 111 questionários. O conjunto habitacional em análise foi construído pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER) e entregue no segundo semestre de 2002.

O survey consiste num tipo de pesquisa quantitativa que visa examinar dados e/ou informações sobre características, comportamentos e opiniões de uma amostra de determinada população. De acordo com Babbie (2001), “a disponibilidade de numerosos casos e variáveis permite ao analista documentar processos causais mais elaborados”. No entanto, deve-se notar que “a medição de cada variável é construída a partir de respostas específicas a itens específicos de questionários codificados e quantificados de forma específica” (BABBIE, 2001). Portanto, é importante frisar que as características, comportamentos e opiniões identificados a partir deste tipo de levantamento, possuem um âmbito restrito ao universo particular do instrumento de pesquisa construído para elaboração deste tipo de análise.

Foram levantadas características socioeconômicas das famílias e físicas dos domicílios, assim como, informações sobre a posse de bens de consumo para definição da classe econômica e estimativa do consumo de energia elétrica. No âmbito da survey em análise, utilizaram-se as variáveis, sexo, idade, grau de escolaridade, renda média mensal, número de moradores, tempo de moradia etc., com o objetivo de caracterização sócioeconômica das famílias entrevistadas.

Embora os entrevistados tenham sido questionados especificamente sobre a renda familiar, na análise dos resultados utilizou-se também o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), elaborado pela Associação Brasileira das Empresas de Pesquisa (ABEP, 2014). Esta classificação foi adotada visto que ao questionar a renda familiar, os respondentes tendem a omitir ou diminuir os valores de seus rendimentos. Portanto, classificar as famílias em termos de classes econômicas possibilita ter acesso a informações desta natureza através do levantamento dos bens (acumulados historicamente) e o grau de instrução do chefe da família.

Diante da dificuldade do acesso às contas de água e energia das residências avaliadas a definição dos consumos de água e energia elétrica teve que ser estimado, conforme critérios definidos a seguir.

Com base no banco de dados disponibilizado pela concessionária de água e esgoto que atende ao município, definiu-se um panorama geral da situação das habitações avaliadas, no que se refere ao consumo de água.

A partir das visitas a campo e dos dados disponibilizado foi possível identificar que grande parte dos domicílios não possuíam mais os hidrômetros, ou que estes estavam danificados, o que representa um entrave à avaliação do volume efetivamente consumido nestas habitações. Apesar das incertezas associadas, para seguir com as análises foram adotados como consumo de água os valores médios adotados como referência pela concessionária para emissão da fatura de água e esgoto, ou seja, as médias das últimas medições existentes ou o volume associado à taxa mínima, após grandes períodos sem medição.

A princípio foram analisadas três possibilidades para a definição dos padrões de consumo de energia elétrica nas residências avaliadas: a primeira utilizaria o valor da conta de energia (em reais) informado pelos entrevistados; a segunda baseava-se na quantidade de aparelhos (televisão, rádio, máquina de lavar, vídeo/DVD, geladeira, freezer, computador, ventilador, chuveiro elétrico, número de lâmpadas incandescentes, fluorescentes, tanquinho) existentes no domicílio e na estimativa da potência e quantidade de horas utilizadas por aparelho; e a terceira, que consistia em elaborar um indicador com base na carga total instalada. Ao analisar a primeira alternativa verificou-se que apenas 73% das respostas eram válidas, e com isso a alternativa foi descartada em virtude da redução do universo analisado e dos erros associados aos valores de conta, uma

vez que era uma estimativa fornecida pelo morador. A segunda, que acumularia os erros de estimativa de potência dos equipamentos e quantidade de horas de utilização de cada um deles, também foi descartada. Portanto, dada a necessidade de definir padrões de consumo para criar uma base comparativa entre as residências, a utilização do indicador baseado na carga instalada, tornou-se a alternativa mais viável, pois consideraria apenas a estimativa da potência dos equipamentos identificados nos domicílios.

A tabela de potências utilizada foi elaborada com base nos valores dos simuladores de consumo energético, disponibilizados nos sites da concessionária baiana de fornecimento de energia elétrica, Coelba, na concessionária mineira, CEMIG, e no site da Eletrobrás.

É importante destacar que esta análise buscava, inicialmente, a definição das residências onde os estudos sobre hábitos e perfil de consumo de água e energia elétrica seria aprofundado, a partir da técnica de amostragem estratificada, o que possibilita a divisão da população estudada em *clusters*, ou grupos. A definição dos clusters consiste no agrupamento de elementos amostrais (as famílias, no caso da pesquisa em curso) em grupos cuja observações no grupo sejam homogêneas em relação às variáveis utilizadas como fatores de estratificação e que os elementos de grupos distintos sejam heterogêneos entre si. Para isto é necessário a definição dos fatores de estratificação, do número de grupos e a composição destes. O objetivo é encontrar um número de grupos que esteja associado à partição natural dos elementos que estão sendo comparados e agrupados (MINGOTI, 2005).

Os métodos multivariados Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA) para variáveis e Análise de agrupamentos de observações pelo método K-médias, foram utilizados para avaliar as associações entre as características das famílias e dos domicílios com o consumo de água e com o Indicador de Energia, definido a partir da potência total instalada nas residências¹. Essas técnicas permitem que se analisem simultaneamente múltiplas variáveis em um único conjunto de relações. As análises foram realizadas utilizando os softwares Excel e MINITAB®.

A partir levantamento bibliográfico e de pesquisas anteriores associadas ao tema, foram pré-selecionadas as variáveis para análises, são elas: renda total da família; número de moradores e de crianças no domicílio; escolaridade do chefe da família; número de cômodos; classe econômica – definida de acordo com o CCEB, e número de meses em débito com a concessionária local de água e esgoto. As mesmas foram levantadas a partir da aplicação da pesquisa survey, admitindo a hipótese que estas potencialmente influenciaram de forma significativa no consumo de água e energia.

Para avaliar a intensidade da associação entre as variáveis selecionadas foi utilizado, inicialmente, o fator de correlação linear de Pearson (R), adotando a escala apresentada na tabela 2. A significância da associação foi avaliada a partir do p-valor encontrado. Para a análise adotou-se o nível de 10% de significância, considerando as seguintes hipóteses, H0: Não existe associação significativa entre as variáveis (p-valor > 0,10) e H1: Existe associação significativa entre as variáveis (p-valor ≤ 0,10).

Tabela 2. Grau de associação linear em termos do coeficiente r

| Valor de r | 0 | 0,01 – 0,39 | 0,40 – 0,69 | 0,70 – 0,99 | 1 |
|---------------------------|------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Grau de associação linear | nula | fraca | moderada | forte | perfeita |

Fonte: Adaptado de Barbetta e colaboradores (2004)

Para as variáveis categóricas: nível de escolaridade do chefe da família e classe econômica, atribuiu-se uma escala ordinal, crescente, permitindo assim a aplicação dos métodos adotados para a análise.

Com a aplicação do HCA para observações ao conjunto de dados, utilizando como variável estratificadora: consumo de água e indicador de energia, observou-se a formação de três grupos. Assim, com base no número de grupos identificados na HCA, utilizando como parâmetros as variáveis: consumo de água e indicador de energia, as residências foram agrupadas, adotando o método k-Médias, que segundo Mingoti (2005) é um dos

¹ O método de definição e cálculo do Indicador de Energia adotado para esta análise está detalhado nos trabalhos de Kiperstok (2012) e Realle e colaboradores (2012)

mais utilizados em problemas práticos. Neste método cada elemento amostral é alocado àquele grupo cujo centróide é o mais próximo dos valores observados para o respectivo elemento, sendo necessário definir inicialmente o número de grupos para a análise, o que no caso da pesquisa aqui apresentada, baseou-se no método hierárquico, chegando, portanto aos três grupos.

Após a definição dos grupos, foi avaliado o comportamento das variáveis analisadas, para cada agrupamento. Para avaliação da diferença entre os valores encontrados para as variáveis em cada grupo foi realizada a Análise de Variância (ANOVA). Este teste verifica a variabilidade entre grupos e dentro dos grupos comparando as duas. Quanto maior for a primeira em relação à segunda, maior será a evidência de que existe variabilidade entre os grupos, ou seja, as médias dos grupos são diferentes.

RESULTADOS

Ao levantar o perfil geral dos respondentes, observa-se que 80% são do sexo feminino, quase 60% possuem até 40 anos, 42% possuem o nível fundamental incompleto.

Em relação à pessoa responsável pelo domicílio, 64% são os próprios respondentes da entrevista e 53% possuem apenas o ensino fundamental incompleto. As famílias possuem em média 4 (quatro) moradores e 1 (um) criança entre 0 e 12 anos, sendo que 65% das famílias são cadastradas no Programa Bolsa Família. A renda média mensal informada pelos respondentes foi de R\$ 662,03². O que representava na época 1,06 Salários Mínimos

Porém, no sentido de classificar as famílias entrevistadas em termos de classes econômicas, os respondentes foram questionados a respeito da presença ou não de alguns bens de consumo, como, por exemplo, televisão, geladeira, computador, entre outros. Para esta classificação, utilizou-se o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), critério elaborado pela Associação Brasileira das Empresas de Pesquisa (ABEP), a partir de um sistema de pontos, definidos pela posse de determinados bens e do grau de instrução do chefe da família. De acordo com esta classificação (Tabela 1), nota-se que 57% das famílias investigadas pertencem à classe econômica D.

Destaca-se que de acordo com dados fornecidos pela ABEP, 27% da população da Região Metropolitana de Salvador, pertenceria à classe econômica D.

Tabela 1 - Perfil das Famílias identificadas: Classificação Econômica

| Classe Econômica | Frequência | Percentual | Renda média familiar (Em Salários Mínimos)* |
|------------------|------------|-------------|--|
| C1 | 4 | 4% | 2,5 |
| C2 | 43 | 39% | 1,6 |
| D | 63 | 57% | 1,1 |
| E | 1 | 1% | 0,7 |
| Total | 111 | 100% | |

Fonte: dados da pesquisa

*Valores estipulados pela ABEP

No que diz respeito às características físicas das habitações, 76% possuem 5 (cinco) cômodos.

No condomínio estudado, a pesar das intervenções já realizadas pelos moradores nas casas, foram identificadas duas tipologias de habitação. A primeira consiste em habitações com apenas um pavimento e a segunda com dois pavimentos. Nestas últimas, os quartos ficam no pavimento superior e os demais cômodos na parte inferior da habitação. 91% dos respondentes informaram que suas habitações estariam enquadradas no segundo modelo de tipologia.

² Para o cálculo da média das rendas mensais foram utilizados apenas os dados válidos, ou seja, não se considerou os dados faltantes. Em 2012 o Salário mínimo correspondia a R\$ 622,00.

Com base no banco de dados disponibilizado pela concessionária local de água e esgoto, definiu-se um panorama geral da situação das habitações avaliadas, no que se refere ao consumo de água. Segundo os dados fornecidos, na época da pesquisa, 75% possuem débitos superiores há dois anos, aproximadamente 50% possuíam dívidas entre R\$ 550 e R\$ 2.200, e 14% possuem débito superior a R\$ 5.000, valor relevante, dada a renda e valor dos imóveis, praticados na área.

A figura 1 apresenta a situação das ligações de água nas residências estudadas confrontando-a com as anormalidades de leitura do hidrômetro registradas no mês de junho/2012. Segundo os dados disponibilizados, 48% das habitações avaliadas estão cadastradas como ligadas, ou seja, recebem mensalmente a fatura de água e esgoto. Porém, conforme figura abaixo, verifica-se que 34% estão com seus hidrômetros parados, danificados, ou o equipamento foi retirado, com isso a fatura é emitida com base na média do consumo dos últimos meses em que houve medição, ou adota-se como referência para cálculo dos valores da conta mensal de água e esgoto, volume correspondente a taxa mínima de 10m³.

Das habitações avaliadas, 27% já tiveram sua ligação cortada, todavia não revisada, logo ainda recebem a fatura de água e esgoto, com base na taxa mínima, entre os domicílios que estavam nesta situação, em 24% os hidrômetros já haviam sido retirados. Tem-se ainda que 23% das habitações estão cadastradas como inativa, ou seja, recebem apenas fatura de esgoto com base na taxa mínima.

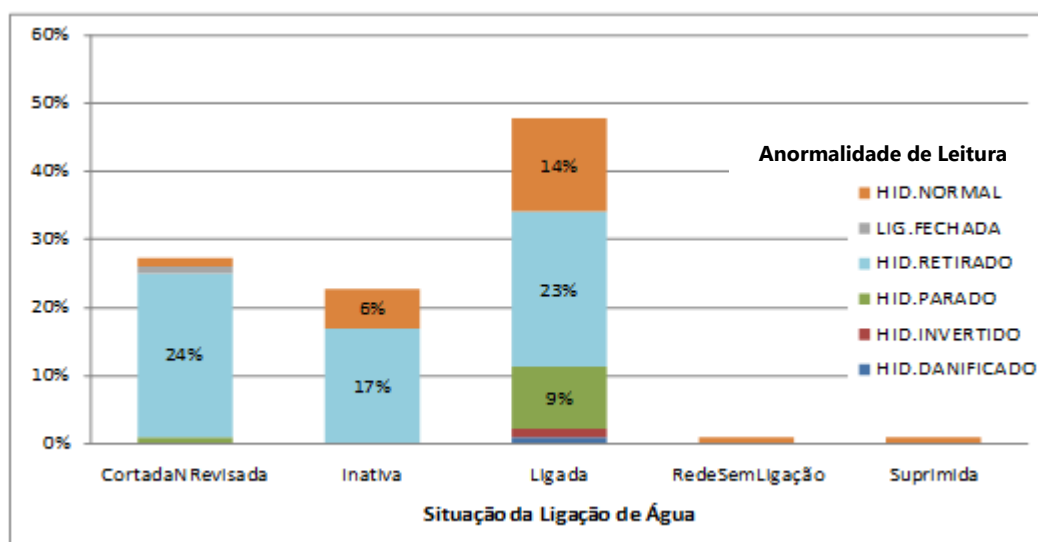


Figura 1– Distribuição das residências avaliadas segundo tipo de ligação e anormalidade de leitura do consumo registrado no hidrômetro.

Fonte: EMBASA.

Ao todo, mais de 75% dos domicílios apresentaram anormalidades de leitura, associadas à retirada do hidrômetro ou ao mau funcionamento deste, o que representa um entrave à avaliação do volume efetivamente consumido nestas habitações.

Embora sabendo das incertezas associadas, para seguir com as análises foram adotados como consumo de água os valores médios adotados como referência pela concessionária para emissão da fatura de água e esgoto, ou seja, as médias das últimas medições existentes ou o volume associado à taxa mínima, após grandes períodos sem medição.

Assim, pode-se afirmar que das residências entrevistadas, 44% têm suas contas faturadas com base em volumes entre 5 e 15m³/mês, embora não haja garantia que este seja o volume efetivamente consumido. Avaliando apenas as residências cujo cadastro consta como ligada e sem anormalidades de leitura (14% do total) o consumo médio mensal, calculado a partir dos volumes registrados nos hidrômetros nos últimos três meses, fica em torno de 7,3m³.

ANALISE DOS PERFIS E GRUPOS DE CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA

A partir dos resultados encontrados (Tabela 3), observa-se que a escolaridade do chefe da família possui associação negativa significativa, embora fraca, com o número de moradores e de crianças nos domicílios, indicando uma tendência a menor número de moradores nos domicílios onde o chefe da família possui maior nível de escolaridade.

Tabela 3. Coeficiente de correlação entre as variáveis levantadas

| Variáveis | Renda | Moradores | Crianças | Escolaridade | Cômodos | Classe | Débito | Consumo de Água |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Moradores | 0,128 0,223 | | | | | | | |
| Crianças | -0,04 0,703 | 0,634 0 | | | | | | |
| Escolaridade do chefe da família | 0,072 0,491 | -0,322 0,001 | -0,196 0,039 | | | | | |
| Cômodos | 0,121 0,248 | 0,043 0,651 | -0,096 0,314 | -0,112 0,243 | | | | |
| Classe Econômica | 0,236 0,023 | -0,07 0,467 | -0,151 0,114 | 0,360 0 | 0,099 0,299 | | | |
| Débito com a concessionária | -0,161 0,182 | 0,031 0,779 | 0,091 0,415 | -0,099 0,377 | -0,039 0,727 | -0,270 0,014 | | |
| Consumo de Água | -0,223 0,064 | 0,183 0,1 | 0,032 0,776 | -0,211 0,057 | 0,16 0,151 | -0,104 0,351 | 0,357 0,001 | |
| IE | 0,216 0,038 | -0,092 0,338 | -0,009 0,927 | 0,061 0,525 | 0,21 0,027 | 0,320 0,001 | -0,126 0,258 | -0,145 0,192 |

*Nas células os resultados estão apresentados na forma R de Pearson (acima) seguido do p-valor (abaixo). Para a análise adotou-se o nível de 10% de significância, considerando as seguintes hipóteses, H0: Não existe associação significativa entre as variáveis (p-valor > 0,10) e H1: Existe associação significativa entre as variáveis (p-valor ≤ 0,10).

A variável classe econômica apresentou associação significativa positiva com as variáveis: renda (declarada pelo entrevistado) e escolaridade do chefe da família, característica que faz parte da definição do CCEB. Embora não tenha sido identificada associação entre os meses de débito com a concessionária local de água e esgoto, e a renda declarada, verifica-se associação significativa negativa entre o débito e a classe econômica. O consumo de água nos domicílios apresentou associação significativa negativa, embora fraca, com a renda declarada e com a escolaridade do chefe da família, ou seja, nas residências onde a pessoa responsável pela família possui menor nível de escolaridade e renda, o consumo de água tende a ser maior. Tal característica pode estar sendo influenciada pela associação negativa entre escolaridade do responsável e número de moradores, pois esta segunda variável apresenta associação positiva com o consumo de água, característica identificada por diversos autores.

Observa-se ainda uma tendência positiva de associação entre consumo de água e meses em débito. Diante das características socioeconômicas e culturais das famílias que participam do estudo é difícil estabelecer uma relação de causa-efeito entre estas duas variáveis, ou seja, se o débito está ou não associado ao alto consumo, portanto ultrapassando a capacidade de pagamento da conta gerada, ou o consumo é alto em função do não pagamento da conta, nem da execução efetiva das multas e sanções associada à falta de pagamento, como, por exemplo, o corte no abastecimento. Recomenda-se que estas características sejam avaliadas nas etapas seguintes do estudo.

Já o indicador de energia, calculado a partir da carga total instalada no domicílio, apresentou associação significativa positiva com a renda, a classe econômica da família e o número de cômodos no domicílio.

A Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA) foi utilizada no estudo exploratório dos dados visando identificar associação entre as características das famílias, seleção de variáveis de estratificação e definição do número de agrupamentos, a partir de índices de similaridades e distância entre os elementos amostrais.

O HCA para agrupamento das variáveis baseou-se no coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados da HCA estão apresentados na forma de dendrograma (Figura 2), que exibe as informações dos grupos de variáveis sob a forma de um diagrama hierárquico em forma de árvore. A Figura 2A mostra dois grupos de variáveis: 1) composto pela renda, classe econômica, que foram as variáveis que apresentam maior similaridade deste grupo, número de cômodos e escolaridade do chefe da família, variáveis que, conforme a figura 2A, está mais associada ao indicador de energia; e 2) grupo formado por quatro variáveis, embora se mostre mais similares o número de criança e de moradores, meses de débito e consumo de água, duas a duas. Uma nova análise de agrupamento foi feita retirando as variáveis: renda, números de crianças e meses de débito que apresentaram alta similaridade com outras variáveis analisadas, permanecendo na análise apenas uma, do par. A nova configuração do agrupamento pode ser visualizada na Figura 2B onde se confirma a associação do indicador de energia com a classe econômica, lembrando que em ambos as variáveis foram calculadas utilizando como base a presença de equipamentos na residência, além da escolaridade do chefe da família e número de cômodos do domicílio. Já o consumo de água possui associação mais significativa com o número de moradores.

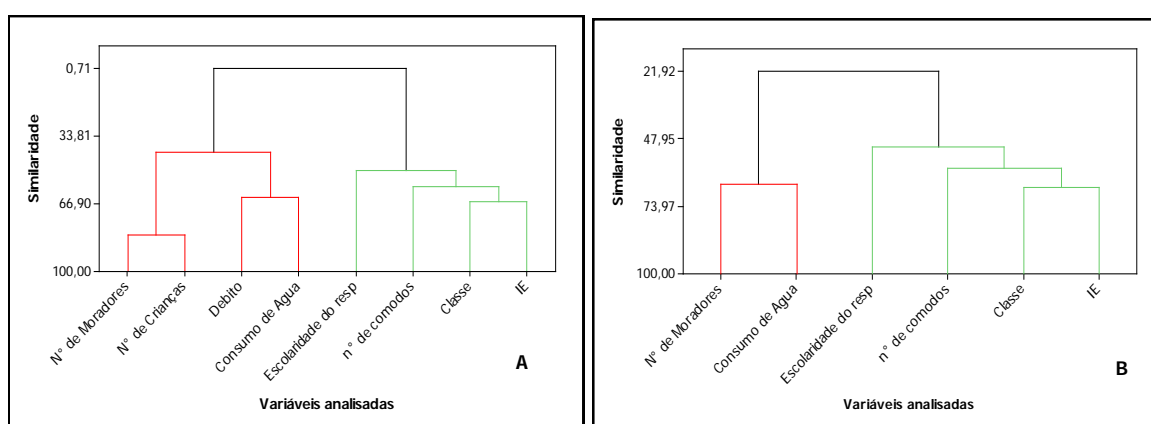


Figura 2 - Resultado da Análise Hierárquica de Agrupamento das Variáveis Estudadas

Como o objetivo principal da pesquisa está voltado para os hábitos de consumo de água e energia e as duas variáveis utilizadas para avaliação destes consumos organizaram-se com outras, em grupos diferentes, foram, portanto, definidas como variáveis de estratificação para a análise de agrupamentos das residências estudadas. A partir do resultado da HCA foram adotadas como variáveis estratificadoras: consumo de água e indicador de energia, levando a formação de três grupos, cuja classificação das habitações em cada grupo foi definida adotando o método k-Médias.

A distribuição dos grupos está apresentada na figura 3. A partir desta, verifica-se que o primeiro grupo (N=11) corresponde às residências cujo consumo de água foi superior a 25m³/mês e o Indicador de Energia foi inferior a 3000. O segundo grupo, onde está a maioria dos domicílios (N=60) corresponde a residências com consumo de água abaixo de 25m³/mês e Indicador de Energia inferior a 3000. Já o terceiro grupo (N=17) corresponde àqueles domicílios com consumo de água abaixo de 25m³/mês e o Indicador de Energia superior a 4000.

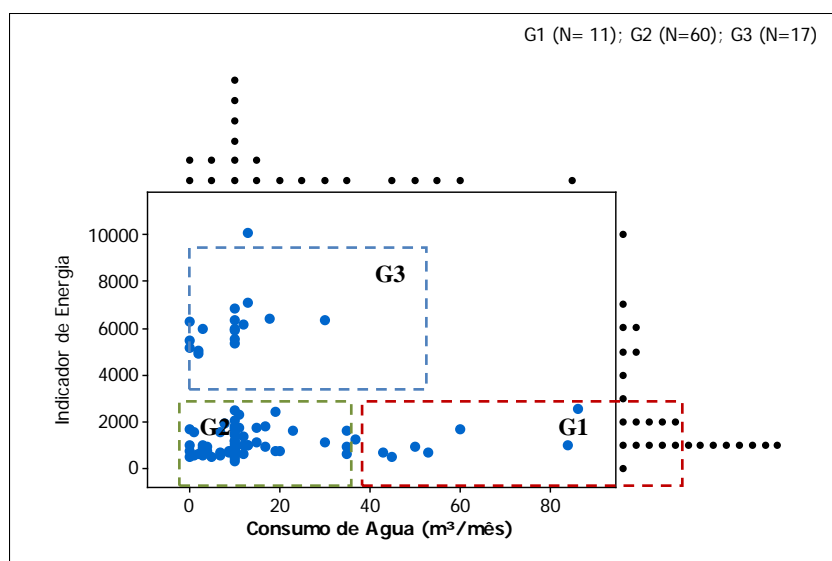


Figura 3- Diagrama de dispersão e dot plot para as variáveis - Consumo de água versus Indicador de energia

Após a definição dos grupos, foi avaliado o comportamento das variáveis analisadas, para cada agrupamento, conforme apresentado na figura 4, admitindo um intervalo de confiança de 95% para a média.

A partir da Análise de Variância (ANOVA), diferenças significativas para as médias, segundo grupo, só foram identificadas para as variáveis: Número de moradores e Meses de débito, além daquelas utilizadas para criação dos agrupamentos, ou seja, Consumo de água e Indicador de energia.

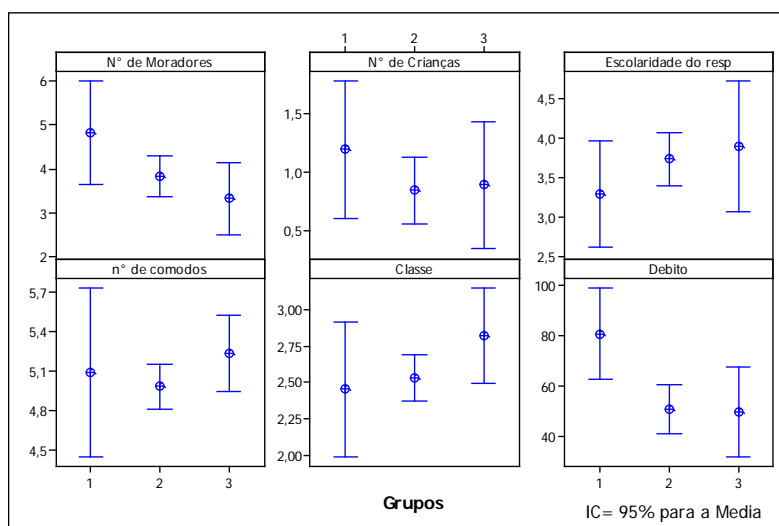


Figura 4- Comportamento das variáveis analisadas segundo grupo de residências

Porém, a partir da Figura 4, verifica-se uma tendência de influência dos agrupamentos em características como número de crianças, escolaridade do responsável e classe, a diferença entre as médias das variáveis por grupos não apresentou diferenças estatisticamente significativas. Tal característica justifica-se pela homogeneidade, ou seja, pouca variabilidade, destas características para a população estudada.

Ou seja, a partir da figura 4, observa-se uma tendência de que o grupo 1 – Menor consumo de energia e maior consumo de água – seja formado por famílias com maior número de moradores e crianças, baixo índice de escolaridade do chefe da família, rendas mais baixas e débitos maiores com a concessionária de água e esgoto.

Já o grupo 3 - Maior consumo de energia e menor consumo de água – seria formado por famílias com menor número de moradores, chefes de família com maior nível de escolaridade e renda, maior número de cômodos, comparados ao grupo 2 e débitos menores com a concessionária de água.

Apesar das generalidades encontradas na análise das variáveis socioeconômicas para as famílias avaliadas, nota-se que não existe homogeneidade em relação à maneira estas famílias consomem água e energia elétrica. Assim, busca-se entender as peculiaridades existentes, mesmo em populações que aparentemente possuem características semelhantes.

Observou-se ainda, a possibilidade de agrupamento destas em função de indicadores do consumo de água e energia, evidenciando, apesar do caráter exploratório do estudo apresentado, uma indicação do perfil socioeconômico das famílias, segundo grupo identificado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma breve exposição das variáveis e metodologias que auxiliaram na definição de padrões, fatores interveniente e grupos de consumo de água e energia em habitações de interesse social - HIS localizadas no subúrbio ferroviário de Salvador/BA. Embora as famílias residentes de HIS possuam características socioeconômicas bastante homogêneas, ainda assim, percebe-se o agrupamento das residências segundo perfis distintos de consumo de água e energia, a partir de indicadores adotados para estimar estas variáveis. A necessidade da utilização do indicador associado ao consumo de água reflete característica da população estudada, onde há, praticamente, a ausência de medição, grandes débitos junto à concessionária e número significativo de ligações clandestinas.

Ressalta-se que os resultados identificados neste estudo, com a definição dos agrupamentos de domicílios, subsidiaram a seleção das residências que participaram da segunda etapa da pesquisa que consiste no acompanhamento do perfil de consumo de água e energia elétrica, por ponto de utilização, o que permitirá avaliar de forma mais detalhada os fatores associados a este consumo, inclusive características que estimulariam o uso mais racional destes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABEP. Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB). Disponível em: <http://www.abep.org/new/criterioBrasil.aspx>. Acesso em: 29 de mar. 2014.
2. ALMEIDA, G. Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reúso: estudo em Feira de Santana. 2007. 180p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
3. AMARAL, A. M. P.; SHIROTA, R. Consumo residencial médio de água tratada: uma aplicação de modelos de séries temporais em Piracicaba. Revista Agrícola, v. 49, n. 1, p. 55-72, 2000.
4. ARBUÉS, F.; GARCÍA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. Journal of Socio-Economics, v. 32, n. 1, p. 81-102, 2003.
5. BARBETTA, Pedro Alberto, et al. Estatística para Cursos de Engenharia e Informática. São Paulo: Atlas, 2004. BRASIL – MINISTERIO DAS CIDADES. Ferramentas Metodológicas para Diagnóstico Situacional – Sistemas de Abastecimento de Água, PMSS, 2006.
6. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p. : il.
7. BOTELHO, G. Avaliação do consumo domiciliar de água. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
8. COHIM, E.; GARCIA, A. P.; KIPERSTOK, A. Caracterização do consumo de água em condomínios para população de baixa renda: estudo de caso In: CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, 31., 2008, Santiago. Anais... Santiago: AIDIS, 2008.
9. DANDY, G.; NGUYEN, T.; DAVIES, C. Estimating Residential Water Demand in the Presence of Free Allowances. Land Economics, v. 73, n. 1, p. 125-139, 1997.

10. DANTAS, C. T.; UBALDO JR, L.; POTIER, A. C.; ILHA, M. S. DE O. Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Itajubá. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ENTAC, 2006. v. 1, p.3337-3344.
11. DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBANIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, n. 2, p. 155-166, 2010.
12. FERNADES NETO, M. L.; NAGHETTINI, M.; VON SPERLING, M.; LIBÂNIO, M. Assessing the relevance of intervening parameters on the per capita water consumption rates in Brazilian urban communities. Water Science and Technology: Water Supply, v. 5, n. 1, p. 9–15, 2005.
13. FERNADES NETO, M. L.; NAGHETTINI, M.; VON SPERLING, M.; LIBÂNIO, M. Avaliação da relevância dos parâmetros intervenientes no consumo per capita de água para os municípios de Minas Gerais. Eng. Sanit. Ambient, v. 9, n. 2, p. 100-107, 2004.FOX et.al, 2009;
14. FOX, C.; MCINTOSH, B. S.; JEFFREY, P. Classifying households for water demand forecasting using physical property characteristics. Land Use Policy, v. 26, n. 3, p. 558-568, 2009.
15. FRONDEL, M.; MESSNER, M. Price perception and residential water demand: evidence from a German household panel. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF ENVIRONMENTAL AND RESOURCE ECONOMISTS, 16., 2008, Gothenburg. Anais... Gothenburg: 2008.
16. GARCIA, Ana. Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda. 2011. 122 p., il. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
17. GATO, S.; JAYASURIYA, N.; ROBERTS, P. Temperature and rainfall thresholds for base use urban water demand modelling. Journal of Hydrology, v. 337, p. 364-376, 2007.
18. MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
19. MORAES, L. R. S. Fatores determinantes de consumo per capita de água em assentamentos humanos em áreas peri-urbanas: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 18., 1995, Salvador. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1995.
20. SILVA, W. T. P; SILVA, L. M.; CHICHORRO, J. F. Gestão de recursos hídricos - perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá. Eng. Sanit. Ambient., v. 13, n. 1, p. 8-14, 2008.
21. YWASHIMA, L. A.; CAMPOS, M. A. S.; PIAIA, E.; M P DE LUCA, D.; ILHA, M. S. DE O. Caracterização do uso da água em residências de interesse social em Paulínia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. Anais... v. 1, p. 3470-3479, Florianópolis: ENTAC, 2006.
22. ZHOU, S. L.; MCMAHON, T. A.; WALTON, A.; LEWIS, J. Forecasting daily urban water demand: a case study of Melbourne. Journal of Hydrology, v. 236, p. 153–164, 2000.
23. ZHOU, S. L.; MCMAHON, T. A.; WANG, Q. J. Frequency analysis of water consumption for metropolitan area of Melbourne. Journal of Hydrology, v. 247, n. 1-2, p. 72-84, 2001.
24. GARCIA, A. ESQUERRE, K.; MELLO, M.; KIPERSTOK, A.; Consumo de água em residências de baixa renda: análise dos fatores intervenientes sob a ótica da gestão da demanda. Bahia anál. dados, Salvador, v. 23, n. 2, p.317-333, abr./jun. 2013