



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CARACTERIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL

Lúcia Helena de Oliveira (1); Luciney Carvalho de Sousa (2); Karla Alcione da Silva (3); Adriano da Paixão (4)

- (1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio-Ambiente - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Brasil, e-mail: luhe@eec.ufg.br
(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio-Ambiente - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Brasil, e-mail: lu_sousa@brturbo.com.br
(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio-Ambiente - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Brasil.
(4) Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio-Ambiente - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Brasil.

RESUMO

Proposta: A estruturação de uma metodologia de avaliação de desempenho ambiental de edifícios depende, principalmente, do conhecimento dos indicadores de consumo de insumos, da vida útil dos sistemas, componentes e materiais da edificação. No que se refere aos sistemas hidráulicos de habitações unifamiliares de interesse social, essas informações são inexistentes. O objetivo deste artigo é caracterizar o uso da água e identificar os pontos geradores de desperdícios de água e de impactos ambientais nesta tipologia de edifício. **Método de pesquisa/Abordagens:** A metodologia utilizada foi levantamento de unidades habitacionais de interesse social com avaliação dos sistemas prediais hidráulicos e a realização de entrevistas com usuários dos sistemas, para determinar parâmetros tais como: indicador do consumo de água; índice de vazamento em componentes de utilização; indicador do consumo de energia; índice de área permeável do lote; conformidade dos componentes hidráulicos e procedimentos de manutenção do sistema hidráulico. **Resultados:** Os resultados obtidos foram, entre outros: valor de indicador de consumo de água de, aproximadamente, 100 L/hab./dia; índice de vazamento de água em bacias sanitárias superior a 20%; valor de indicador de consumo de energia de, aproximadamente, 0,9 kWh/hab./dia; índice de área permeável superior a 30%; boa conformidade para bacias sanitárias, chuveiros e dispositivos de descarga, porém baixa conformidade para torneiras e, além disso, procedimentos de manutenção inadequados. **Contribuições/Originalidade:** Este trabalho pode subsidiar a estruturação de um sistema de avaliação de sustentabilidade no que diz respeito aos sistemas prediais hidráulicos para esta tipologia de edifício.

Palavras-chave: uso da água; habitações unifamiliares; sistemas prediais mais sustentáveis.

ABSTRACT

Propose: The framework of a sustainability assessment system of buildings depends, mainly, of knowledge of materials consumption indicators, of life cycle systems, components and materials of building. These data do not exist for water supply and drainage systems of social interest dwellings. The aim of this paper is to investigate the water use and identify locations of wastewater and of environmental impacts in this type of building. **Methods:** research of social interest dwellings to evaluate water supply and drainage systems and users interviews for obtaining parameters such as: water consumption indicator, water leakage index of outlets; energy consumption indicator; permeable area index, conformity of hydraulics fixtures and maintenance procedures. **Findings:** water

consumption indicator of 100L/person/day; toilets water leakage index of outlets of 20%; energy consumption indicator of 0,9 kWh/person/day; permeable area index over 30%; good conformity for toilets, showers and flushing devices, but low conformity for faucets and also inadequate maintenance procedures. **Originality/value:** the results of this research can support a framework of a sustainable assessment system for the water supply and drainage systems of social interest building.

Keywords: water use; dwellings; building systems more sustainable.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas prediais, em geral, têm uma pequena participação no custo total da construção de uma habitação. No entanto, os custos gerados pelos insumos água e energia e pelas atividades de manutenção ao longo da vida útil da habitação podem ser representativas nas despesas mensais da habitação. A indústria da construção civil passa por um momento de busca de alternativas que visem à redução de perdas de materiais, componentes e insumos, desde o canteiro de obras até a fase de uso e manutenção das edificações.

Observa-se em nível mundial um esforço para o desenvolvimento e aplicação de sistemas de avaliação de sustentabilidade de edifícios com o objetivo de reduzir os impactos sociais, econômicos e ambientais. Conforme Silva (2003), praticamente cada país europeu, além dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Hong Kong e Japão dispõem de seus respectivos sistemas de avaliação de edifícios.

No Brasil, os pesquisadores do PCC-USP em parceria com as Universidades Federais de Goiás - UFG, de Uberlândia - UFU e de Santa Catarina - UFSC e a Universidade Estadual de Campinas – Unicamp estão desenvolvendo um projeto de pesquisa com o apoio da Financiadora de Estudos e Pesquisas – FINEP, através do Programa Habitare, cujo um dos objetivos é o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social.

As metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios apresentam, entre outras, as seguintes ações a serem implementadas em sistemas prediais hidráulicos e sanitários de habitações para mitigar os impactos ambientais (CASBEE, 2004; EcoHomes ,2002):

- limitar o consumo de água por agente consumidor;
- empregar equipamentos economizadores nos pontos de consumo;
- aproveitar a água de chuva;
- prever sistema de reuso de água cinza e de água negra;
- incentivar medidas para aumentar a infiltração de água chuva no solo;
- especificar produtos certificados ou que possuam um referência técnica;
- garantir a acessibilidade para a manutenção de sistemas e componentes;
- eficiência do sistema de aquecimento de água considerando tanto equipamentos quanto o isolamento térmico de tubulações e componentes.

Com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento do sistema de avaliação de sustentabilidade brasileiro, no âmbito dos sistemas prediais, realizou-se esta pesquisa de campo para caracterizar, principalmente, os usos da água, os materiais e componentes utilizados nesses sistemas e a correlação do consumo de energia com o consumo de água em uma amostra de habitações unifamiliares de interesse social. Com esses dados pode-se propor parâmetros que definam com maior precisão o nível de sustentabilidade de uma habitação no que diz respeito aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

1.1 O uso da água em habitacionais unifamiliares

Na edificação residencial a água é utilizada para diversas atividades tais como: higienização pessoal, de objetos e animais domésticos; preparação de bebidas e alimentos e higienização ambiental. Para a realização destas atividades a água é distribuída nos respectivos ambientes sanitários, sendo que em uns o consumo é bem maior que em outros. Esta variação é influenciada pelas condições climáticas, aspectos sociais, econômicos e culturais.

Como suporte à decisão de quais ações devam ser implementadas para tornar o uso da água sustentado e para aumentar a vida útil do sistema e, desta forma, reduzir os impactos ambientais provocados pela construção das edificações deve-se conhecer os problemas e pontos críticos desta tipologia de edifício para estruturar de maneira eficiente um sistema de avaliação de sustentabilidade. Assim, uma das primeiras perguntas é: qual é o ponto crítico de consumo de água na habitação? Esta resposta contribui para a avaliação de tecnologias e de procedimentos que possam ser aplicados ao sistema para reduzir os desperdícios de água.

1.1.1 Indicador de consumo de água – ICA

Com relação aos valores de indicadores de consumo para esta tipologia de edifício as pesquisas de Vimieiro (2005), realizada em Belo Horizonte e de Carvalho *et al.* (2005), realizada em Goiânia, apresentam respectivamente os valores de 79 L/hab./dia e de 86 L/hab./dia. Comparando esses valores com o sistema de certificação ambiental do Reino Unido para residências unifamiliares e edifícios habitacionais multifamiliares, EcoHomes (2002), que considera para o nível com maior número de créditos o valor de 82 L/hab./dia, pode-se dizer que essas habitações conseguiriam uma boa pontuação no quesito consumo de água.

1.2 Procedimentos relacionados ao uso da água e de manutenção

Os procedimentos adequados são quase tão importantes quanto ter materiais e componentes economizadores de água e que estejam em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Procedimentos corretos implicam em redução do consumo de água e em garantia da qualidade da água, como limpeza do reservatório de água semestralmente com a utilização de procedimentos técnicos de forma a consumir a menor quantidade de água possível.

1.3 Qualidade de materiais e componentes

Outro fator que influencia a vida útil do sistema é a qualidade de seus materiais e componentes. Um sistema de boa qualidade apresenta menor índice de vazamentos que, por sua vez, podem implicar em maior vida útil para outros subsistemas como os revestimentos de pisos e paredes. Não se tem referência sobre pesquisa conduzida para investigar este tema nesta tipologia de edifício. Observa-se, no entanto, que grande parte das construções opta por materiais e componentes de baixo custo que nem sempre apresentam a melhor qualidade.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é caracterizar o uso da água e identificar os pontos geradores de desperdícios de água e de impactos ambientais relacionados aos sistemas prediais de unidades habitacionais unifamiliares de interesse social.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi uma pesquisa de campo tendo como alvo habitações unifamiliares e autogeridas. Foram realizadas visitas e entrevista com um dos usuários das residências levantadas.

Durante a visita foi aplicado um questionário e, também, vistoriadas as instalações sanitárias. Os principais parâmetros de interesse da investigação foram os apresentados a seguir.

- Perfil socioeconômico familiar: renda familiar, grau de instrução;
- Procedimentos do uso da água;
- Indicador de consumo de água - ICA;
- Indicador de consumo de energia - ICE;
- Características e idade da construção;
- Índice de área permeável do lote – IAP;
- Infra-estrutura urbana existente no local;
- Conformidade de tubulações e aparelhos sanitários;
- Tipo do sistema de suprimento de água e, quando misto, quantos pontos de utilização são alimentados;
- Procedimentos de manutenção do sistema hidráulico.

Esta avaliação foi desenvolvida através da elaboração de um questionário piloto que foi aplicado inicialmente em cinco residências. Após esta etapa, foram efetuados ajustes no referido questionário e então aplicado nas residências da amostra.

3.1 Amostragem

Foram pesquisadas 14 habitações, escolhidas aleatoriamente, tendo-se apenas o cuidado de não selecionar habitações que possuíssem anexos como, por exemplo, outras residências no mesmo lote. Este critério foi adotado devido à ausência desses moradores durante a pesquisa, o que dificultaria a coleta de dados.

3.2 Indicadores utilizados

Para avaliar o consumo de água, de energia e o uso do solo foram utilizados os indicadores descritos a seguir.

3.2.1 Indicador de consumo de água – ICA

É a relação entre o consumo de água em um determinado período e o número de agentes consumidores desse mesmo período, em L/hab./dia. Os valores de ICA foram obtidos da média aritmética no intervalo da Equação 1.

$$I = M \pm 2 \cdot DP \quad (1)$$

Sendo:

I = intervalo para a determinação do valor médio final de ICA;

M = média aritmética dos valores de ICA da amostra;

DP = desvio padrão da amostra.

3.2.2 Indicador de consumo de energia – ICE

É a relação entre o consumo de energia em um determinado período e o número de agentes consumidores desse mesmo período, em kWh/hab./dia. Os valores de ICE foram obtidos por meio da média aritmética dos valores no intervalo da Equação 1.

Ressalta-se que, inicialmente, foram obtidos os valores médios de ICA e de ICE para um período de seis meses de cada habitação. Calculou-se o desvio padrão para os seis valores do indicador consumo e o novo valor médio foi calculado considerando-se os valores dentro do intervalo da Equação 1. Para o valor médio das 14 unidades habitacionais foi realizado o mesmo procedimento.

3.2.3 Índice de área permeável – IPA

É a relação entre o somatório das áreas permeáveis do lote (gramados, jardins, hortas, solos etc.) e a área do terreno, conforme Equação 2.

$$IAP = \frac{\sum AP}{AT} \times 100(\%) \quad (2)$$

Sendo:

AP = \sum áreas permeáveis (gramados, jardins, hortas, solos...), m²;

AT = área do terreno, m².

3.2.4 Índice de vazamento – IV

É a relação entre o número de pontos de utilização com vazamento e o número total de pontos de utilização do sistema, conforme a Equação 3.

$$IV = \frac{\sum P_{uv}}{P_u} \times 100(\%) \quad (3)$$

Sendo:

P_{uv} = ponto de utilização com vazamento;

P_u = ponto de utilização.

3.2.5 Índice de perda por vazamentos – IP

É a relação entre o volume de perdas de água por vazamento de um sistema em um determinado período e o consumo de água do sistema nesse mesmo período, conforme a Equação 4.

$$IP = \frac{\sum P_v}{CMd} \times 100(\%) \quad (4)$$

Sendo:

P_v = volume diário de perda por vazamento;

CMd = consumo médio diário.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

As habitações da amostra estudada localizam-se no bairro Parque Tremendão, com uma área aproximada de 25 km² e distante 15 km do centro de Goiânia, na região noroeste. Segundo Lacerda *et al.* (1999) *apud* Paixão *et al.* (2005), a criação deste bairro ocorreu devido ao parcelamento clandestino de área originalmente destinada a chácaras de recreio.

4.1 Infra-estrutura urbana

Com relação à infra-estrutura urbana, o Parque Tremendão apresenta somente sistema público de água e de energia elétrica, cujos insumos são fornecidos pelas concessionárias locais respectivamente, Saneamento de Goiás – SANEAGO e Centrais Elétricas de Goiás – CELG. Não apresenta ruas pavimentadas, coleta de esgoto sanitário e drenagem urbana. O esgoto sanitário das habitações é conduzido diretamente para um sumidouro, sem fossa séptica. Em geral, os sumidouros estão localizados no espaço destinado ao passeio público.

4.2 Características das habitações e da população

As suas principais características das habitações e da população são apresentadas a seguir:

- nenhuma das residências pesquisadas foi projetada formalmente e todas apresentam tempo de construção inferior a 15 anos;
- 93% das habitações estão construídas em lotes com áreas entre 150 m² e 240 m²;
- 53% das habitações apresentam área construída inferior a 100 m²;
- 80% delas não possuem forro;
- 60% apresentam cobertura com telha cerâmica, 26% com telha de fibrocimento e, as demais, 14%, cobertura mista;
- a maior frequência de habitantes por residência é de cinco pessoas, cerca de 33%, e o valor médio é 4,9 habitantes por residência;
- a renda familiar mais frequente, 53% da amostra, está na faixa de um a dois salários mínimos e a renda *per capita* da população economicamente ativa é de um salário mínimo em 67% das famílias pesquisadas;
- 74% da população da amostra apresentam como escolaridade máxima o ensino fundamental, ressaltando-se neste percentual o elevado índice de analfabetos, 16%.

4.3 Uso do solo

A amostra pesquisada apresenta um alto índice de área permeável em relação ao centro urbano de Goiânia, sendo a maior frequência de 42% de área permeável nos lotes. A área impermeabilizada é composta de área construída e de área externa impermeabilizada.

4.4 Indicador de consumo de água – ICA e Indicador de consumo de energia – ICE

O valor médio de indicador de consumo de água é de 95 L/hab./dia, sendo excluídos os valores das casas 2, 3 e 13, por estarem fora do intervalo da Equação 1. Com relação ao consumo de energia, o valor médio do indicador de consumo ou de demanda *per capita* obtido na amostra, e excluindo os valores das casas 7, 10, 11 e 13 é de, aproximadamente, 0,9 kwh/hab./dia. A Figura 1 apresenta os valores de ICA e de ICE da amostra com o objetivo de possibilitar uma avaliação do comportamento da demanda de energia em relação à água.

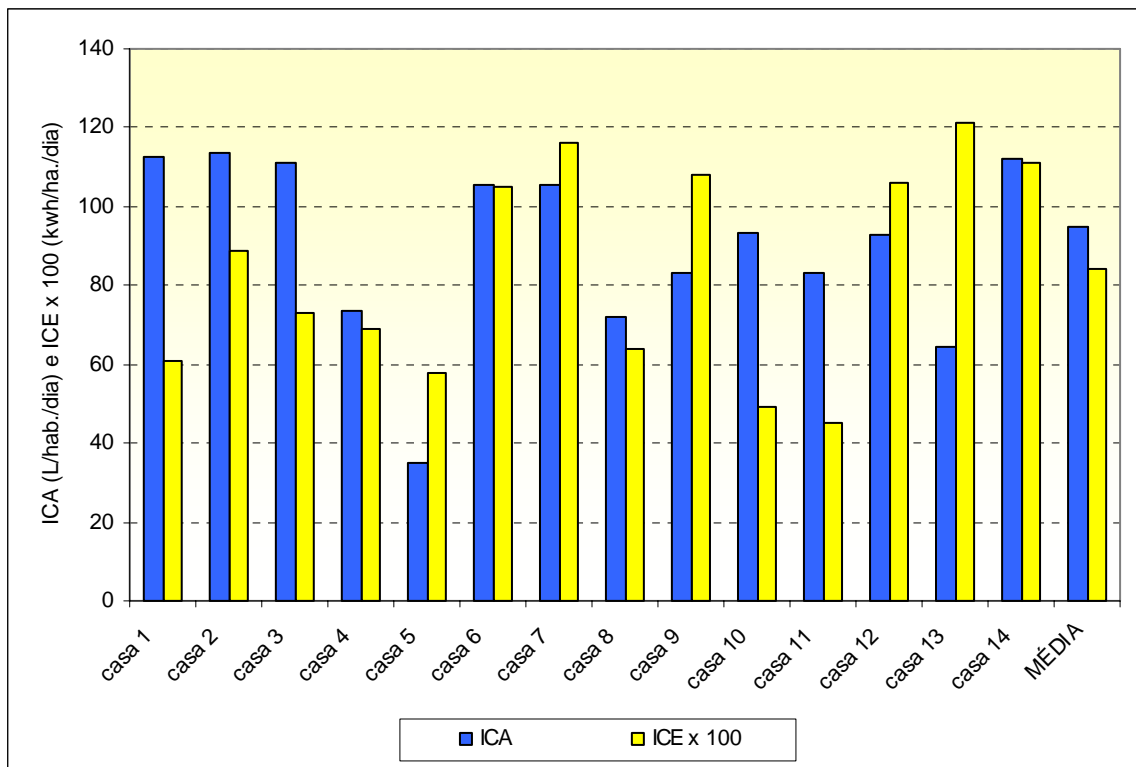


Figura 1 - Comparação dos valores de Indicador de consumo de água – ICA e de Indicador de consumo de energia elétrica – ICE, no Parque Tremendão, em Goiânia-GO.

A Figura 1 não evidencia nenhuma correlação do consumo de água com o consumo de energia. Supõe-se que uma das razões para esse fato é que vários usuários, conforme declarações, desligam o chuveiro elétrico para reduzir o valor da conta de energia elétrica. Isto é coerente com as condições climáticas da região, que apresenta temperaturas elevadas durante a maior parte dos dias do ano.

4.5 Caracterização dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários

Neste item são apresentadas as características dos sistemas, qualidade dos materiais e componentes, desperdícios de água e procedimentos relacionados ao uso da água.

4.5.1 Tipo de sistema de suprimento de água

O sistema de suprimento de água é do tipo misto, com reservatório superior e com maior incidência de um único ponto de utilização ligado diretamente à rede pública de água, o da torneira de jardim. No entanto, duas casas da amostra, 14%, apresentam sistema direto.

4.5.2 Elementos e componentes do sistema de coleta de esgoto sanitário

Um dos elementos do sistema de coleta de esgoto sanitário que indica qualidade do efluente a ser lançado no sistema público ou privado de coleta de esgoto sanitário é a caixa de gordura. No que se referem à prevenção de odores, provenientes do esgoto primário, na habitação foi investigada a presença de sifão nas instalações.

a) Caixa de gordura

Não foi verificada a presença de caixa de gordura em nenhuma habitação da amostra, o que evidencia problemas futuros de obstrução em subcoletor e coletor predial.

b) Sifão

Somente em 27% das habitações da amostra apresenta sifão e estes estão em pias de cozinhas. Ressalta-se que todos os banheiros dispõem de caixa sifonada que recebe os efluentes do lavatório e do chuveiro e, portanto, dispensando os sifões dos lavatórios. Apesar de 73% das residências não possuírem sifão em pias e lavatórios, somente 26% reclamaram a existência de mau cheiro proveniente de gases do sistema de esgoto sanitário. Desses, 13% reclamaram mau cheiro no banheiro e 13% na cozinha.

4.5.3 Componentes em conformidade

Como a qualidade dos materiais e componentes está diretamente relacionada à vida útil do sistema, foram levantados os materiais e componentes e verificadas as suas conformidades com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através do site <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/fabricantes.htm>, conforme comentado a seguir.

a) Bacia sanitária

Todos os fabricantes das bacias sanitárias da amostra, conforme ilustra a Figura 2, com os nomes das marcas visíveis estão em conformidade com as normas técnicas da ABNT, conforme Relatório Setorial nº 23 (2005). Não foram identificadas as marcas de 30% das bacias sanitárias levantadas, pois os respectivos nomes dos fabricantes não estavam visíveis. Assim, o índice de conformidade observado é superior a 70%.

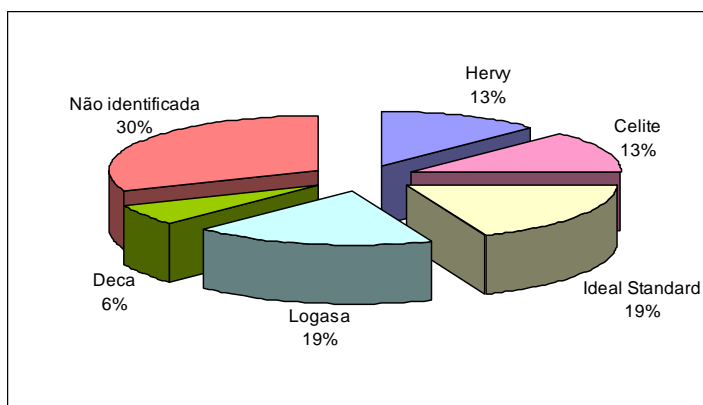


Figura 2 - Marcas das bacias sanitárias das habitações do Parque Tremendão em Goiânia – GO.

b) Componentes de descarga das bacias sanitárias

Cerca de 65% dos componentes de descarga das bacias sanitárias da amostra são do tipo caixa alta de descarga com cordão. Somente em uma habitação foi encontrada uma bacia sanitária com caixa acoplada, ou seja, 7% da amostra. As demais, 28%, dispõem de válvula de descarga.

De acordo com a Figura 3, cerca de 7% das válvulas de descarga são da marca Hydra e 12% da marca Docol. Com relação às caixas de descargas altas, observa-se que a predominância é da marca Akros, com 29%. Ressalta-se que não foram identificadas 27% das marcas e que todos os fabricantes de componentes com marcas identificadas estão em conformidade com as normas da ABNT.

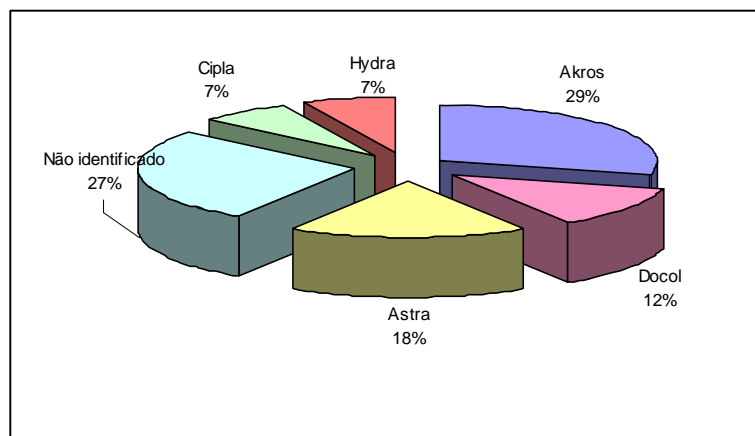


Figura 3 - Marcas dos componentes de descarga das bacias sanitárias das habitações do Parque Tremendão em Goiânia – GO.

c) Torneiras

Foram levantadas todas as torneiras de lavatório, pia e de tanque, porém não foi possível verificar as respectivas marcas. No entanto, ressalta-se que o aspecto visual dá indícios de má qualidade.

d) Chuveiro

Todos os chuveiros são elétricos e das marcas Lorenzetti (75%), Corona (19%) e Fame (6%). Todos os fabricantes das marcas estão em conformidade com as normas técnicas da ABNT.

e) Tubos

Conforme ilustra a Figura 4, em mais da metade das habitações da amostra pesquisada não foi possível identificar a marca dos tubos utilizados. Aproximadamente 29% são da marca Akros, seguido das marcas Krona e 7% de Turbobrás.

De acordo com o Relatório Setorial nº 66 (PBQP-H, 2005), somente os fabricantes Akros e Krona estão em conformidade, sendo então o índice de conformidade, das marcas identificadas, superior a 80%.

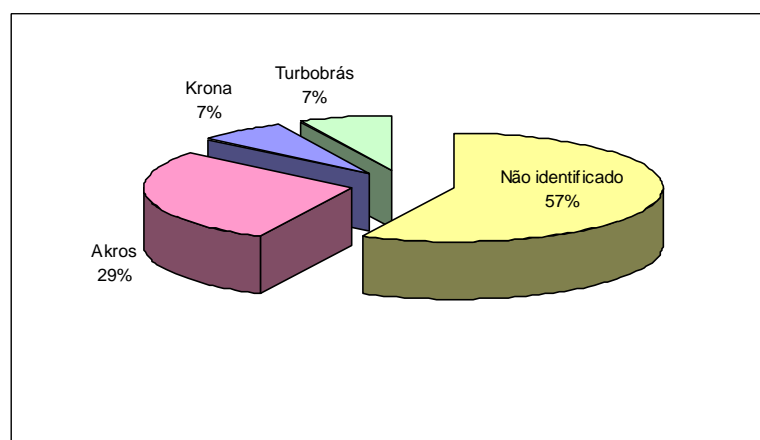


Figura 4 - Marcas dos tubos de PVC das habitações do Parque Tremendão em Goiânia – GO.

f) Procedimentos de manutenção

- Limpeza do reservatório de água

A limpeza do reservatório é indispensável para a manutenção da qualidade da água e é recomendada pela NBR 5626 (ABNT, 1998) que seja realizada a cada seis meses. No entanto, somente 14% realizam tal procedimento duas vezes por ano; 28% uma vez por ano; 44% dos entrevistados não recordam quando realizaram a última limpeza e 14% das habitações não dispõem de reservatório, ou seja, o sistema de suprimento é do tipo direto.

- Limpeza da caixa de gordura

O problema é mais grave do que a ausência de manutenção, ou seja, nenhuma das habitações da amostra dispõe desse elemento do sistema de coleta de esgoto sanitário.

e) Desperdício de água

- Índice de vazamento - IV

Os valores dos índices de vazamento em aparelhos sanitários, exceto em chuveiro, foram respectivamente: bacias sanitárias ($IV > 20\%$); lavatório ($IV < 10\%$) e pia ($IV < 10\%$). Ressalta-se elevado índice de vazamento em bacias sanitárias.

Embora tenha sido detectado vazamento em 53% das casas da amostra, eles representaram índice de perda de, aproximadamente, 7%.

f) Procedimentos relacionados ao uso da água

- Aproveitamento de água de chuva

Com relação ao aproveitamento da água de chuva, somente 27% da população estudada mostrou interesse em aproveitar a água de chuva e o uso seria destinado à lavagem de piso e à irrigação do quintal, para amenizar a poeira.

O aproveitamento de água de chuva nesse tipo de habitação tem pouca aceitação em função de constantes alertas de agentes de saúde devido à falta de um sistema adequado para garantir, principalmente, a ausência do mosquito *aedes aegypti*. Há casos em que a coleta de água de chuva em tambores, baldes e bacias ou outros recipientes improvisados acabam se tornando em criadouros de mosquito *aedes aegypti* e provocando uma epidemia da dengue.

- Reúso de água

Foi verificada a existência da prática de reúso simplificado da água sendo que 80% da amostra reutilizam água efluente de tanquinho e, em maior número, para irrigação do quintal.

Foi observado que o maior interesse em reutilizar a água do tanquinho é evitar que o efluente vá para o sumidouro com o objetivo de reduzir o período de manutenção desse elemento do sistema de esgoto sanitário, que representa um custo de, aproximadamente, um salário mínimo.

Os resultados desta pesquisa que podem contribuir para a estruturação de um sistema de avaliação ambiental para esta tipologia de edifício, no item sistemas prediais e uso da água são:

- um dos principais problemas que a população da amostra apresenta é a deficiência de infraestrutura urbana e, em especial, a contaminação das águas subterrâneas propiciada pelos sumidouros ou fossas negras;

- tendo-se em vista as perdas de água por vazamento, verificadas nas habitações pesquisadas, pode-se considerar como referência para a pontuação no quesito uso de água o valor de ICA igual a 90 L/hab./dia, com possibilidade de aumento da pontuação em função da redução deste valor;
- quanto ao IPA, a maioria dos lotes apresentam 42%, o que indica boa capacidade de infiltração de águas pluviais, porém seria adequado um incentivo para melhoramento da área permeável com áreas verdes, o que contribuiria para o aumento da capacidade de infiltração do solo e para tornar o ambiente mais agradável em termos conforto ambiental e estético;
- com relação à conformidade de materiais e componentes, foi verificado que a maior parte das empresas fornecedoras identificadas encontra-se em conformidade, porém enfatiza-se a necessidade de melhoria da qualidade em torneiras e do componente de vedação de água da caixa de descarga - comporta (*flapper*), contribuindo para a redução de vazamentos em bacias sanitárias;
- quanto à manutenção do sistema são considerados pontos críticos a limpeza do reservatório e a ausência de caixas de gordura;
- prever a instalação de componentes economizadores de água, porém somente os certificados ou que possuam referência técnica;
- com relação ao sistema de aquecimento de água é fundamental a inserção de outras fontes que não o chuveiro elétrico, observando que o valor de ICE obtido foi de 0,9 kWh/hab./dia;
- incentivar o aproveitamento de água pluvial com a utilização de sistemas adequados para esse fim sem colocar em risco a saúde dos usuários e reduzir a carga na infra-estrutura local.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5226**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

CARVALHO, D. A.; JACÓ, R.V.; BEGOTTO, R.A.O. **Otimização do uso da água em domicílios de baixo custo**. 2006. 66 f. Projeto final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, CASBEE for New Construction Tool-1, 2004 Edition).

EcoHomes – The environmental rating for homes, BREEAM Office. 2002 worksheets, March 2002.

Paixão, A. *et al.* **Diagnóstico de desperdício de água em habitações unifamiliares de interesse social localizada no Parque Tremendão (Goiânia – GO)**. 2005. 31 f. Seminário apresentado na disciplina Conservação da Água do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT (PBQP-H). Relatório Setorial nº 25. <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/fabricantes.htm>. Acesso em julho, 2005.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT (PBQP- H). Relatório Setorial nº 66 <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/fabricantes.htm>. Acesso em junho, 2005.

SILVA, V.G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

VIMIEIRO, G. V. **Educação ambiental e emprego de equipamentos economizadores na redução do consumo de água em residências de famílias de baixa renda e em uma escola de ensino fundamental**. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.