



## IV-109 – ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

**Elisabeth Pugsley de Souza Brown<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Química Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).

**Juliana Müller**

Bióloga pela Universidade Federal do Paraná (Brasil). Tecnóloga em Química Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).

**Stella Maris da Cruz Bezerra<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Paraná (Brasil). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (Brasil). Doutoranda em Engenharia Ambiental na UniversityofGuelph (Canadá). Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).

**KhosrowFarahbakhsh**

Bachelor of Chemical Engineering e Master of Applied Science and Air Pollution Control pela Dalhousie University (Canadá). Ph.D. em Environmental Engineering pela University of Alberta (Canadá). Associate Professor da University of Guelph – School of Engineering (Canadá).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** 2456 Empire Court- Plumas Lake – California – CEP: 95961 – EUA - Tel: 001(530) 632-9608 – email: lispugsley@gmail.com ou <sup>(2)</sup> UTFPR – DACOC – Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 4900 – Curitiba – PR – Brasil – CEP: 81280-340 – Tel: (41) 3373-0623 – email: sbezerra@utfpr.edu.br

### RESUMO

Este estudo avaliou o consumo de água potável durante a construção de dois edifícios em Curitiba, estado do Paraná, no sul do Brasil. Com dados obtidos nas construtoras envolvidas,e na concessionária dos serviços de operação da rede de abastecimento municipal, foraminvestigados: (1) o consumo de água potável por área construída, (2)as etapas construtivas que requerem mais água para serem concluídas e (3) o volume total de água potável para consumo humano. Os resultados indicaram que o consumo de água potável por área construída foi 0,08 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (edifício A) e 0,16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (edifício B). A avaliação da relação entre consumo de água e as respectivas etapas construtivas não foi conclusiva, em função do sombreamento entre as diversas atividades durante o processo construtivo, e pelo fato de não ter sido estabelecido nenhum padrão na construção dos dois edifícios avaliados.A estimativa do volume de água para consumo humano não resultou em valor coerente com volume total de água potável consumido na obra, provavelmente em função da ausência de dados precisos do número de pessoal no canteiro de obras. Este estudo indica que para a determinação do consumo de água na construção de edifícios é fundamental a correta medição do consumo de água no canteiro de obras, incluindo todas as fontes utilizadas, desde o inicio da implantação da obra.Com relação à estimativa do consumo humano no canteiro de obras, é necessário o controle do número de pessoal em cada período da construção da obra. Os resultados obtidos indicam que o consumo de água potável na construção de edificações é significativo e poderia ser reduzido com medidas de conservação e uso racional deste recurso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de água, Construção de edifícios, Estimativa.

### INTRODUÇÃO

Na construção de edifícios a água é um elemento imprescindível. Seu uso está relacionado tanto ao consumo humano pelo pessoal que trabalha na obra, quanto à execução de diversos serviços, tais como: fabricação e cura de concreto, fabricação de argamassa, testes de impermeabilização e limpeza da obra, entre outros.

Apesar da importância da água na construção de uma obra, provavelmente por representar uma parcela pequena do custo do empreendimento, o consumo de água no canteiro muitas vezes é negligenciado. De maneira geral, a água não é vista e nem tratada como material de construção. Isto é notado em diversas composições de custos dos serviços de engenharia, quando o valor para o consumo de água não está incluído, mesmo considerando os elevados volumes de água utilizados na confecção do concreto (até 200 litros/m<sup>3</sup>), ou na compactação de aterro (até 300 litros/m<sup>3</sup>) (FILHO NETO, 2008). Aliado a isso, vazamentos e pouca



preocupação com o uso racional da água são comuns na fase de execução da obra (DANTAS NETO, 2008). Até o momento existem poucos estudos sobre o consumo de água durante a fase de construção (PESSARELLO, 2008; SOUZA & MÜLLER, 2009).

Por isso, a quantificação do consumo de água durante a fase de construção de uma obra torna-se importante para identificar quais etapas construtivas requerem mais água, e definir medidas de redução do uso desse recurso. Além disso, a estimativa do consumo de água pode servir como parâmetro comparativo para outros estudos (SOUZA & MÜLLER, 2009).

Nesse estudo avalia-se consumo de água potável durante a construção de dois edifícios residenciais. Os objetivos da pesquisa foram: (1) determinar o consumo de água potável proveniente da rede de abastecimento municipal por área construída, (2) determinar o consumo de água potável por etapa dos serviços de construção, avaliando quais etapas da construção que demandam mais água para serem executadas, e (3) estimar o consumo de água potável para consumo humano durante o período de construção.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Dois edifícios recentemente construídos foram escolhidos para participar do trabalho, pelo fato de apresentarem cronogramas bem definidos, e da disponibilização do registro dos dados de consumo de água potável durante toda a construção. Os edifícios estão localizados no município de Curitiba, estado do Paraná, nosul do Brasil, e estão denominados como ‘edifício A’ e ‘edifício B’. As áreas totais de cada edifício e os respectivos períodos de execução estão indicados na Tabela 1.

Os dados de consumo de água na construção do edifício A foram obtidos na concessionária dos serviços de operação da rede de abastecimento municipal e para o edifício B foram fornecidos pela construtora do mesmo, através das contas de água arquivadas na empresa. Os cronogramas físicos foram fornecidos pelas construtoras envolvidas no estudo. O número de pessoal no canteiro de obras foi fornecido pela construtora, mas somente para o edifício B, pois a construtora do edifício A não disponibilizou esses dados, em função de falha no seu arquivamento.

Os cronogramas físicos e os dados de consumo de água foram utilizados para determinar o consumo de água potável por área construída. Os dados também foram utilizados para realizar uma tentativa de identificar as etapas da construção de maior utilização de água. Ao final foi estimado o volume de água destinado ao consumo humano e avaliado em termos de percentual em relação ao consumo total na obra. Para tanto foi utilizada a quantidade de pessoas que trabalharam na obra e adotado um valor para o consumo de água per capita diário (Equação 1).

## RESULTADOS DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NO CANTEIRO DE OBRAS

Durante o processo de coleta dos dados do consumo de água, foi constatado que na construção dos edifícios A e B, além do uso da água proveniente da rede de abastecimento municipal, houve utilização de água de outras fontes. No caso do edifício A foi utilizada água de poço em aproximadamente 20 dos 43 meses do período construtivo, e na construção do edifício B foi utilizada água de chuva em 3 dos 12 meses da execução da obra. Por falta de medição da quantidade de água utilizada dessas fontes, as estimativas do consumo de água apresentadas neste trabalho contemplam apenas a água proveniente da rede de abastecimento municipal e, portanto, são referentes apenas ao consumo de água potável. Desta forma, as estimativas do consumo total de água para a construção ( $m^3$ ), do consumo médio mensal durante a construção ( $m^3/mês$ ), e do consumo total por área total construída ( $m^3/m^2$ ) estão indicadas na Tabela 1. Os resultados do consumo de água confrontados com as etapas construtivas encontram-se na Figura 1 (edifício A) e na Figura 2 (edifício B).

Para o edifício A, foi considerado apenas o consumo de água potável a partir do décimo sexto mês de construção, pois os dados anteriores não foram fornecidos no decorrer desta pesquisa. Desta forma, o resultado que foi calculado em  $0,08\ m^3/m^2$  (edifício A) não representa o volume real do consumo de água potável na execução da obra. Para o período avaliado, os picos máximos de consumo de água potável ocorreram nos meses 24 e 25 e correspondem, respectivamente, a  $150$  e  $139\ m^3$  de água por mês. Conforme o cronograma da obra, esses consumos máximos estão relacionados aos serviços de estrutura, impermeabilização,

revestimentos e instalações hidráulicas. Em função do sombreamento das atividades, não foi possível identificar qual dessas etapas é a principal consumidora de água na obra. Vale salientar que Pessarelo (2008, p.96-113) observou aumento no consumo de água nas etapas de estrutura e revestimento. No período entre os meses 27 e 36, o consumo de água ocorreu sem muitas variações, com um valor médio mensal de 11,20 m<sup>3</sup>. No mês 37, aliado as etapas de revestimentos e instalações hidráulicas, foi iniciado o serviço de pintura. Naquele mês o consumo duplicou em relação ao anterior, e pode estar relacionado ao consumo de água potável utilizada para a diluição de tintas. No mês 41 (pintura e limpeza da obra) ocorreu um decréscimo gradativo na quantidade de água consumida no canteiro de obras. Este fato écontrário ao esperado, pois os serviços de limpeza consomem um volume significativo de água. É importante destacar que a partir do mês 24 foi adicionado o uso da água do poço existente no canteiro de obras, mas seus volumes não foram mensurados. Portanto, nos serviços realizados após a inclusão desta fonte alternativa de água, incluindo a limpeza final da obra, a avaliação da quantidade de água por etapa construtiva ficou prejudicada, considerando que o volume de água potável provavelmente não supriu toda a demanda para a execução dos serviços indicados no cronograma.

Para o edifício B, os dados do consumo de água potável são referentes ao período completo da construção e resultaram em 0,16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. A partir do quinto mês ocorreu um aumento no consumo de água quando estavam sendo realizados os serviços de estrutura, revestimentos e instalações hidráulicas, e também foi iniciada a impermeabilização. No mês nove ocorreu um aumento de 84% no consumo de água, comparando com o mês anterior, totalizando 90 m<sup>3</sup>. Esse consumo elevado, assim como no edifício A, pode estar relacionado ao consumo de água potável utilizada para a diluição de tintas, pois naquela ocasião foram iniciados os serviços de pintura. Nos meses 11 e 12 (conclusão das instalações hidráulicas, continuação da pintura e início da limpeza), ocorreu redução do consumo de água. Novamente essa diminuição pode ser atribuída ao uso de fonte alternativa de água, no caso da água de chuva armazenada no reservatório construído na edificação, que começou a ser captada no décimo mês de construção. Da mesma forma, nos serviços realizados após a adição desta fonte alternativa de água, a avaliação da quantidade de água potável por etapa construtiva ficou prejudicada, considerando que o volume de água mensurado provavelmente não supriu toda a demanda para a execução dos serviços indicados no cronograma.

O volume total de água potável para a construção dos edifícios estudados foi 1094 m<sup>3</sup> para o ‘edifício A’ e 554 m<sup>3</sup> para o ‘edifício B’. O consumo médio mensal de água potável também foi calculado, sendo 39 m<sup>3</sup>/mês para o ‘edifício A’ e 46 m<sup>3</sup>/mês para o ‘edifício B’ (Tabela 1).

**Tabela 1: Características construtivas dos edifícios A e B e resultados do consumo de água**

<b>Edifício</b>	<b>Área total construída (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Período de execução(meses)</b>	<b>Consumo total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo médio mensal (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Consumo total/ área total construída (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Edifício A</b>	13572,7	43	1094	39	0,08
<b>Edifício B</b>	3547	12	554	46	0,16

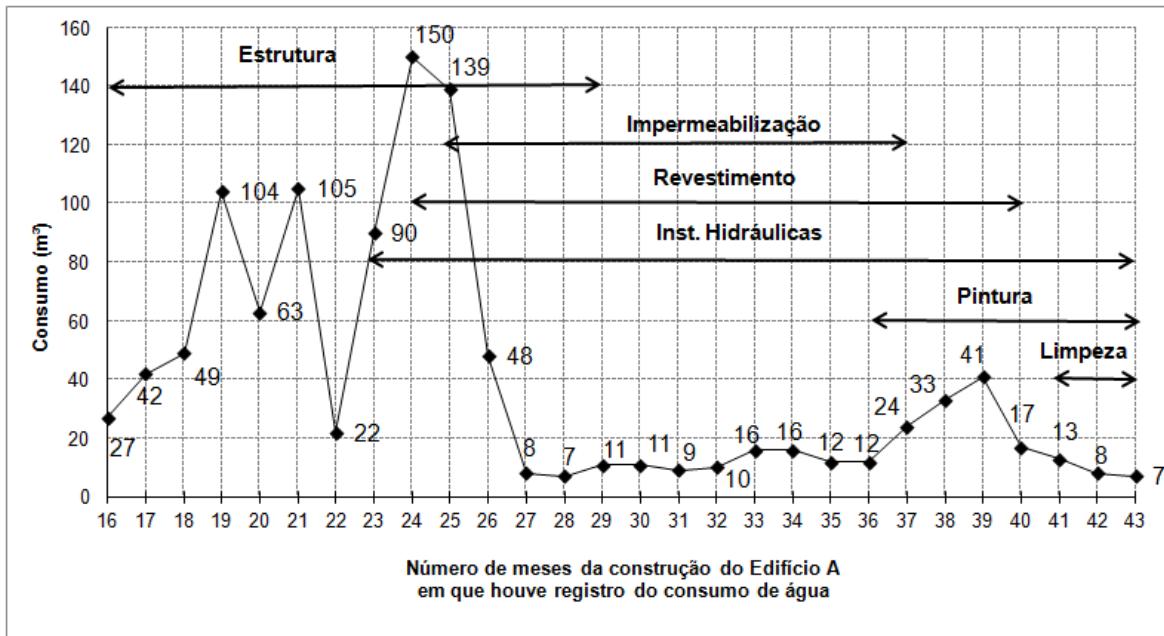


Figura 1: Consumo mensal de água confrontado com as etapas construtivas do edifício A.

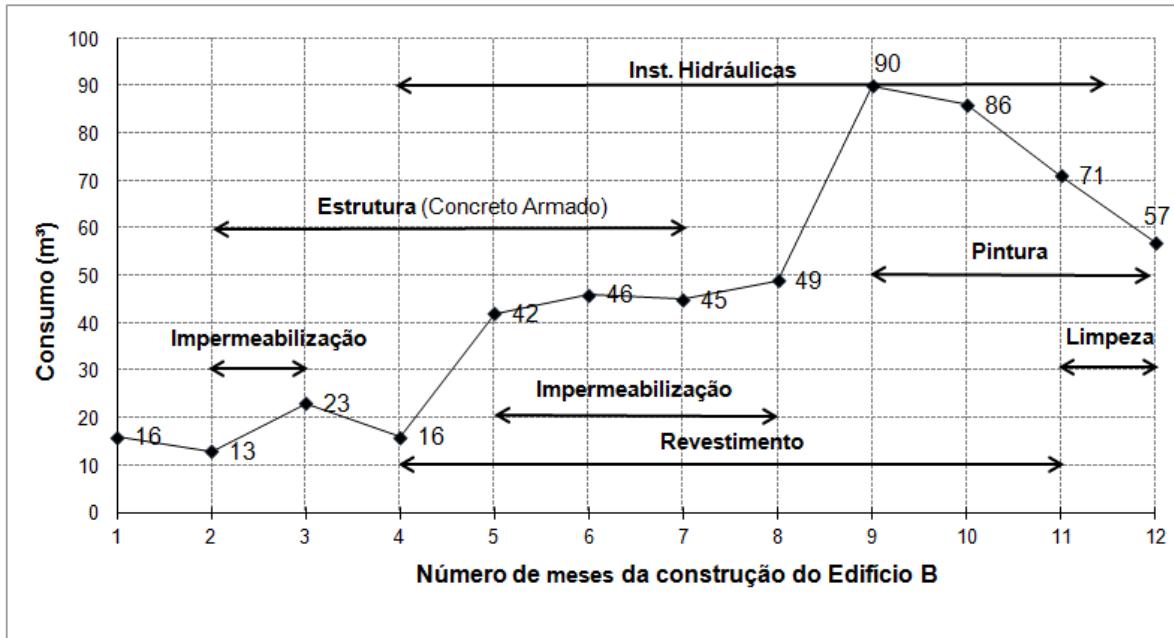


Figura 2: Consumo mensal de água confrontado com as etapas construtivas do edifício B.

## RESULTADOS DO CONSUMO HUMANO DE ÁGUA NO CANTEIRO DE OBRAS

Nessa etapa foi realizada a estimativa do consumo de água para uso humano do edifício B, pois conforme mencionado anteriormente, a quantidade de trabalhadores na construção do edifício A não foi disponibilizada pela construtora.

O consumo de água para uso humano na construção da obra está relacionado ao número de operários no canteiro, e a frequência de uso das instalações hidrossanitárias, tais como bebedouros, bacias sanitárias e chuveiros. No canteiro de obras do edifício B estavam instalados quatro chuveiros e seis bacias sanitárias.

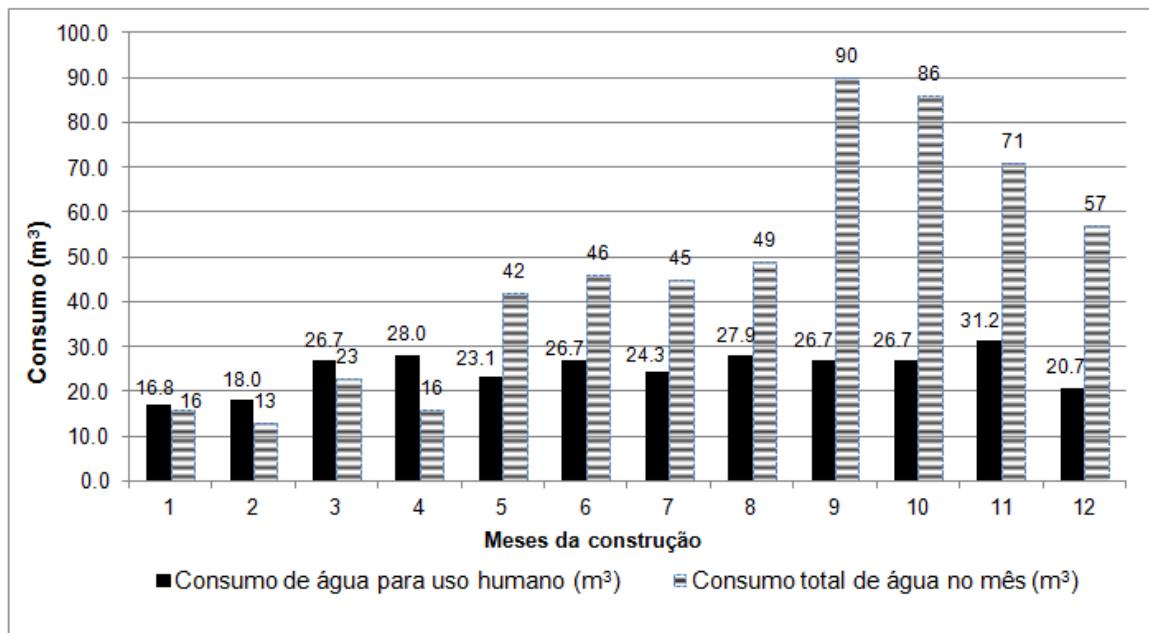
A estimativa do consumo de água para uso humano foi obtida considerando-se um valor per capita de consumo de água no canteiro e a estimativa da quantidade média mensal de trabalhadores no canteiro, e a quantidade de dias trabalhados no mês. O valor adotado para o per capita diário do pessoal no canteiro foi 45 litros, considerando operário não alojado (SILVA, 2006). A partir desses dados, a quantidade mensal de água destinada ao consumo humano foi calculada através da seguinte relação (Equação 1):

$$\text{Consumo humano mensal} \left( \frac{L}{mês} \right) = \frac{45 L}{pessoa \times dia} \times \text{dias de trabalho no mês (dia)} \times \text{média de trabalhadores no mês (pessoa)}$$

Equação 1

O somatório dos consumos mensais de água potável resultou em 296.81 m<sup>3</sup>. Comparando este volume com o total consumido na obra (554 m<sup>3</sup>) verifica-se que o consumo humano representou 53.4% de toda a água utilizada na construção do ‘edifício A’. Porém, estes valores contemplam apenas o consumo de água obtido pela concessionária dos serviços de operação da rede de abastecimento municipal e, portanto, o total de água para os serviços da construção pode ser maior, pois também foi utilizada água de chuva armazenada em reservatório no canteiro de obras.

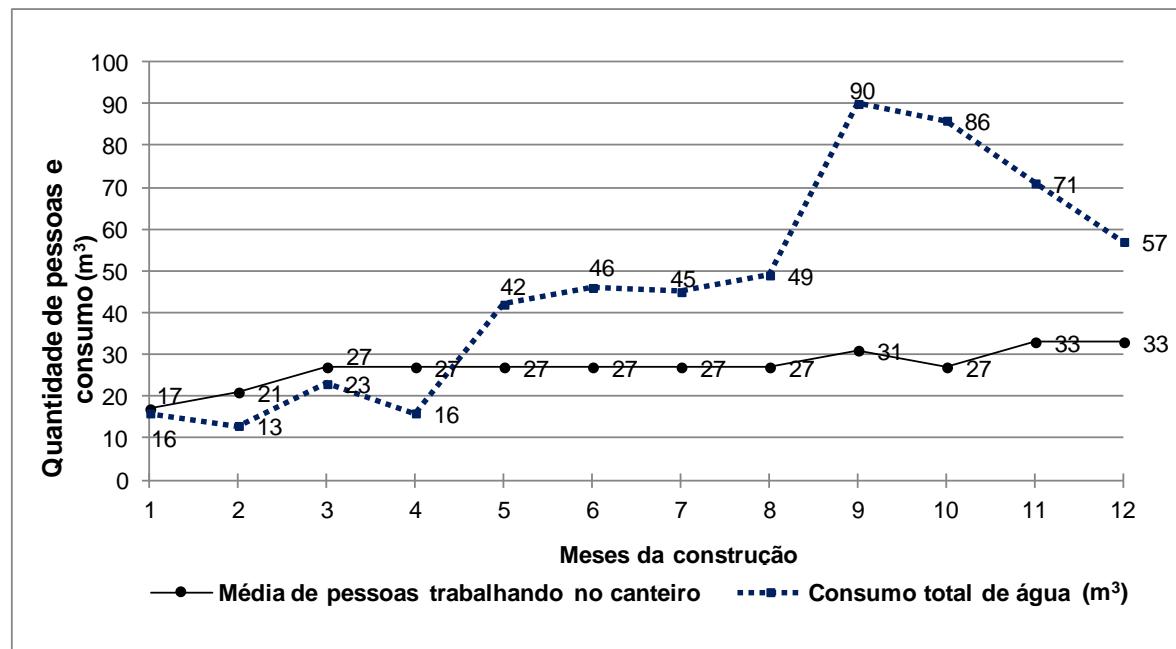
A Figura 3 representa o consumo estimado para o uso humano e o consumo total mensurado de água potável durante a construção do edifício B. Nos meses 1, 2, 3, e 4, o consumo de água estimado para uso humano excede o valor do consumo total de água. Tal incoerência pode estar relacionada a erros na adoção do valor de consumo per capita por trabalhador e/ou nos dados da quantidade mensal de trabalhadores no canteiro de obras.



**Figura 3: Consumo de água para uso humano e consumo total na construção do edifício B.**

A relação entre o consumo total mensurado de água potável, e a quantidade média mensal de pessoal no canteiro, foi avaliada a fim de verificar se a variação na quantidade de trabalhadores no canteiro influenciaria no consumo total de água (Figura 4). Este fato não pode ser observado no presente estudo, mas em Pessarelo

(2008, p.89-92) tinha sido constatado que a quantidade de operários trabalhando na obra e o consumo de água crescem em conjunto, com raras exceções.



**Figura 4: Consumo de água e média de pessoas trabalhando durante a construção do edifício B.**

## CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que o consumo de água potável por área construída foi  $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2$  (edifício A) e  $0,16 \text{ m}^3/\text{m}^2$  (edifício B). A diferença entre os valores pode ser atribuída ao fato de que no edifício A, os dados somente foram computados a partir do décimo sexto mês da obra, portanto se fosse considerado desde o inicio, provavelmente o valor seria maior. A avaliação da relação entre consumo de água e as respectivas etapas construtivas não foi possível, em função do sombreamento entre as diversas atividades durante o processo construtivo, e pelo fato de não ter sido estabelecido nenhum padrão na construção dos dois edifícios avaliados. A estimativa do volume de água para consumo humano não resultou em valor coerente com volume total de água consumido na obra, provavelmente em função da ausência de dados precisos do número de pessoal no canteiro de obras e/ou da adoção de valor inadequado para o consumo per capita diário de água por pessoal no canteiro de obras. Este estudo indica que para a determinação do consumo de água na construção de edifícios é fundamental a correta medição do consumo de água no canteiro de obras, incluindo todas as fontes utilizadas, desde o inicio da construção. Os resultados obtidos indicam que o consumo de água potável na construção de edificações é significativo e poderia ser reduzido com medidas de conservação e uso racional deste recurso.

Considerando o consumo significativo de água potável durante a obra, diversas medidas de conservação e uso racional poderiam ser implantadas. Para o consumo humano sugere-se adotar no canteiro de obras a utilização de torneiras com acionamento e desligamento automático, a instalação de temporizadores nos chuveiros, e a utilização de água da chuva para descargas em bacias sanitárias. Quanto aos serviços de construção, várias atividades poderiam usar água não potável, por exemplo: água de chuva, água de poço e reúso de efluente tratado, entre elas para a preparação de concreto e serviços de limpeza da obra. Aliado a isso, pode-se investir em campanhas educativas para o uso racional de água junto aos profissionais que atuam na obra.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DANTAS NETO, J. Uso eficiente da água: aspectos teóricos e práticos. Málaga: Eumed.net, v.1, 2008. Disponível em <http://www.eumed.net/libros/2008c/447/USO%20EFICIENTE%20DA%20AGUA%20EM%20INDUSTRIAS.htm>. Acesso em: mai. 2009.
2. FILHO NETO, A. Água como material de construção. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Mato Grosso (CREA-MT). 2007/2008. Disponível em <<http://www.crea-mt.org.br/palavraprofissional.asp?id=20>>. Acesso em: mar. 2009.
3. PESSARELLO, R. G. Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores, 2008. 114 p. Monografia. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
4. SOUZA, E. P.; MÜLLER, J. Consumo de água potável na construção de edificações: estimativas e alternativas para redução. Trabalho de Conclusão de Curso em Química Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009. 101 p.
5. SILVA, Amado G. Dicas para o orçamentista – estimativa de consumo de água. 2006. Disponível em <[http://www.engwhere.com.br/engenharia/dicas\\_orcamentista.htm](http://www.engwhere.com.br/engenharia/dicas_orcamentista.htm)>. Acesso em: abr. 2009.