

**FACULDADE CAPIXABA DA SERRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DAYELLE DOS SANTOS TEIXEIRA
FRANCIELE DE SOUSA RIGO**

**ESTUDO DA GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM
CANTEIRO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL:**
Estudo de caso da obra Vista de Maguinhos

**SERRA - ES
2015**

**DAYELLE DOS SANTOS TEIXEIRA
FRANCIELE DE SOUSA RIGO**

**ESTUDO DA GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM
CANTEIRO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL:**
Estudo de caso da obra Vista de Maguinhos

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
em Engenharia Civil apresentado à Faculdade
Capixaba da Serra - Multivix Serra - como
requisito parcial para obtenção do grau em
Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. M.Sc. Joãozito Cabral
Amorim Junior.

**SERRA - ES
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca da Faculdade Capixaba da Serra - Multivix. Serra, ES.)

T266e TEIXEIRA, Dayelle dos Santos.
Estudo da gestão do consumo de água em canteiro de obras de construção civil: estudo de caso da obra vista de maguinhos / Dayelle dos Santos Teixeira, Franciele de Sousa Rigo. – Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2015.

55 fls.

Orientador: Joãozito Cabral Amorim Junior

Trabalho de conclusão de curso (Curso Engenharia Civil) – Faculdade Capixaba da Serra. 2015.

1. Construção civil – Consumo de água. 2. Água - Consumo. 3. Água - Racionamento. I. RIGO, Franciele de Sousa. II. AMORIM JUNIOR, Joãozito Cabral. III. Faculdade Capixaba da Serra. IV. Título.

CDD:690

**DAYELLE DOS SANTOS TEIXEIRA
FRANCIELE DE SOUSA RIGO**

**ESTUDO DA GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM
CANTEIRO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil à Faculdade Capixaba da Serra - MULTIVIX, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em ____/____/2015

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Joãozito Cabral Amorim Junior
Faculdade Capixaba da Serra – Multivix
Orientador

Prof. M.Sc. Moacir Cezar
Faculdade Capixaba da Serra – Multivix
Examinador interno – Multivix - Serra

Prof. M.Sc. Ronaldo Trapiá
Faculdade Capixaba da Serra – Multivix
Examinador interno – Multivix - Serra

Aos nossos pais, que nos apoiaram e nos deram força, nos momentos mais difíceis durante toda caminhada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela força durante todo o curso se não fosse a fé nele em vários momentos teríamos desistido.

Aos nossos pais que nos estimularam a seguir em frente sem desistir, nos mais diversos motivos que tivemos para desistir, se não fossem eles não estaríamos concluindo essa etapa de nossas vidas.

Aos nossos professores que nos ensinaram durante essa caminhada, foram vários, mas queremos destacar o professor e nosso orientador professor Joãozito Cabral Amorim Junior, pela ajuda e paciência que nos dedicou durante todo esse período, se não fosse a sua ajuda e dedicação em nos atender não conseguiríamos alcançar nossos objetivos, muito obrigado.

Aos amigos que conquistamos durante nosso curso todos de alguma forma fizeram parte de nossa conquista.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma nessa caminhada, nosso muito obrigado.

Na natureza, nada se cria, nada se
perde, tudo se transforma.
(Antoine Lavoisier)

RESUMO

O Brasil está passando por um momento difícil em relação a falta d' água, com destaque para um grande período de seca principalmente na região Sudeste. Com essa escassez viu-se a necessidade de observar como está sendo gasta a água. Pontuar onde está localizado o maior desperdício e abrir os olhos da população para a economia. Levantamentos mostram que o setor da construção civil está entre os que mais consomem água, visto isso, identificar a área de maior consumo dentro de um canteiro de obra e propor soluções se faz necessário. Os canteiros de obras têm um volume alto de consumo nos serviços e consumo com os trabalhadores que tem que ter condições de trabalho, protegidos por normas que obrigam as empresas a oferecer condições apropriadas aos seus trabalhadores. Na obra utilizada para estudo, foi realizado um levantamento de acordo com o tempo de execução e consumo de água nesse período, e pode ser observado que na fase de acabamento foi onde houve o maior número de funcionários e ocorreu o maior consumo de água. Pode-se concluir que durante a execução da obra ações podem ser tomadas para minimizar o gasto de grande volume de água na execução de serviços, alternativas como a reutilização de água da chuva para alguns serviços e as utilizadas em ambientes de uso comum, como a água da torneira, que pode ser utilizada na descarga, são meios de reduzir o consumo de água na construção civil.

PALAVRAS CHAVES: Escassez de água, água na construção civil, consumo de água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Imagem do satélite com localização do empreendimento.....	14
Figura 2.2: Planta de Implantação Humanizada.....	15
Figura 4.1: Consumo mensal de água entre outubro de 2014 e maio de 2015.....	36
Figura 4.2: Quantidade de pessoas por mês considerando o consumo de água na obra.....	37
Figura 4.3: Consumo mensal de água confrontado com as etapas construtivas da obra.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Custo do consumo do volume de água da região metropolitana da Grande Vitória, Piúma e Anchieta.....	23
Quadro 3.2: Tarifa do volume de água adquirido pelo caminhão pipa.....	24
Quadro 3.3: Consumo de água na produção de concreto dosado na obra.....	27
Quadro 3.4: Consumo de água na cura do concreto do concreto de acordo com a espessura de lâmina d'água.....	29
Quadro 3.5: Consumo de água na produção de argamassa industrializada.....	30
Quadro 3.6: Consumo de água na dosagem de tinta para pintura de paredes.....	31
Quadro 4.1: Consumo de água e percentual de consumo por tipo de fornecimento.....	35
Quadro 4.2: Cálculo consumo de água mensal e consumo per capita, considerando número de funcionários na obra.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 INTRODUÇÃO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.4 PROBLEMA	12
1.5 OBJETIVOS	13
1.5.1 GERAL	13
1.5.2 ESPECÍFICOS	13
1.6 HIPÓTESE	13
1.7 METODOLOGIA	14
1.7.1 ÁREA DE ESTUDO	14
1.7.2 CÁLCULO DO CONSUMO PER CAPTA DE ÁGUA UTILIZADA NA OBRA	15
1.7.3 QUANTIFICAÇÃO MENSAL DO DE CONSUMO DE ÁGUA	17
1.7.4 IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS CONSTRUTIVAS REALIZADAS DURANTE A OBRA ÁREAS E PROCESSOS DE MAIOR CONSUMO	17
1.7.5 TIPOS DE FORNECIMENTO DE ÁGUA	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 ÁGUA NO PLANETA	20
2.2 CRISE HÍDRICA	20
2.3 DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA	21
2.3.1 FORNECIMENTO DE ÁGUA PELA CESAN	21
2.3.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR CAMINHÃO PIPA	23
2.4 DEMANDA POR ÁGUA NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	24
2.4.1 CONSUMO DE ÁGUA PARA NECESSIDADES HUMANAS	25
2.4.2 USO DE ÁGUA NA EXECUÇÃO DA OBRA	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.1 ESTUDO DE CASO	33
3.1.1 CONSTRUTORA EM ESTUDO	33
3.1.2 CARACTERÍSTICA DE INSTALAÇÃO DE ÁGUA NO CANTEIRO	34
3.2 ESTIMATIVA DO CONSUMO MENSAL DE ÁGUA	35
3.3 CONSUMO MENSAL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À MÃO DE OBRA	36
3.4 CONSUMO MENSAL DE ÁGUA E QUANTIDADE DE PESSOAS CONFRONTADAS COM AS ETAPAS CONSTRUTIVAS	37
4. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE A	44
APÊNDICE B	45
APÊNDICE C	46
APÊNDICE D	47
APÊNDICE E	48
APÊNDICE F	49
APÊNDICE G	50
APÊNDICE H	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado na quantidade hídrica do planeta, detém 8% de toda essa reserva de água, sendo que 80% da água doce do país encontram-se na região Amazônica, ficando os 20% restantes circunscritos ao abastecimento das áreas do território brasileiro onde se concentram 95% da população (DE LIMA MORAES, 2002).

Segundo DE LIMA MORAES (2002) o consumo de água é distribuído da seguinte maneira 70-80% exigidos para a irrigação, menos de 20% para a indústria, e apenas 6% para consumo doméstico, dentro desses 20% está o uso da construção civil, a utilização da água está em todo o seu processo, da fundação ao acabamento.

A construção civil é um dos setores propulsores do crescimento do país, gerando emprego e, conseqüentemente, renda para movimentar a economia (PESSARELLO, 2008), por esse motivo, é de muita importância entender como o consumo de água é distribuído ao longo de todo o processo da obra, como esse consumo é feito e identificar em quais etapas esse consumo é maior, buscando formas de diminuí-lo.

De acordo com Caprário (2006, apud PESSARELLO, 2008), as primeiras ações sobre a necessidade de construções com menor impacto sobre o meio ambiente ocorreram nos anos 70. Devido à primeira crise do petróleo, em 1973, os países desenvolvidos se depararam com a carência de recursos energéticos em todos os segmentos da economia. Nesse cenário surgiram as primeiras investigações para diminuir o consumo na fabricação de materiais e na construção de prédios e, mesmo, para melhorar a gestão dos resíduos.

As poucas ações existentes para redução do consumo de água estão relacionadas com o edifício em operação e pouco se fala no edifício em construção. Além dos fatores que interferem no consumo de água per capita (Pereira, 2001).

Em geral, faz-se o racionamento quando o empreendimento já está pronto, buscando estudar uma forma de diminuir o consumo de água e apresentar opções de economia. Nesse trabalho a proposta foi monitorar um canteiro de obras, verificando mensalmente seu consumo, mostrando cada etapa da obra e os serviços executados nesse período.

1.2 JUSTIFICATIVA

Diante da situação crítica dos reservatórios que abastecem a região sudeste do Brasil, esta é uma oportunidade para a população refletir sobre seus hábitos de consumo de água e para os setores responsáveis pela gestão dos recursos hídricos aprofundarem suas estratégias conjuntas.

Nesta pesquisa buscou-se quantificar o consumo de água em canteiro de obras, através de dados obtidos pela concessionária de abastecimento foi comparado mensalmente as atividades e o consumo de água, com essa análise foi possível identificar quais atividades geraram menor e maior consumo de água.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Foi realizado um estudo de caso no canteiro de obra do empreendimento Vista de Mangueiros, sobre o consumo de água utilizado em todos os processos da obra, exceto os itens que não são preparados no local.

Através dos dados fornecidos pela Construtora foi analisado um período de 8 meses contatos de outubro/2014 a maio/2015.

1.4 PROBLEMA

Como mensurar o consumo mensal de água, considerando as práticas construtivas realizadas no empreendimento e estimar o consumo de água por pessoa na obra civil?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o quantitativo do consumo mensal de água, identificando as práticas construtivas realizadas no empreendimento, bem como estimar o consumo de água por pessoa.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar o consumo mensal de água no empreendimento, considerando o consumo de água por pessoa na obra;
- Identificar as práticas dos processos da construção civil, considerando o consumo de água realizado na obra durante os meses monitorados;
- Realizar a estimativa do consumo de água em canteiro de obras de edificação residencial na cidade de Serra-ES.

1.6 HIPÓTESE

Foi realizado um estudo de caso utilizando informações fornecidas pela construtora, através desses dados de consumo de água, serviços realizados e quantitativos de funcionários foi possível mensurar o consumo e identificar uma forma de gestão.

1.7 METODOLOGIA

1.7.1 ÁREA DE ESTUDO

Para o presente trabalho foi estudado o empreendimento Vista de Manguinhos, que foi construído pela empresa Morar construtora, a obra foi finalizada em junho/15, localizada no bairro Ourimar, município de Serra – ES, conforme Figura 2.1.

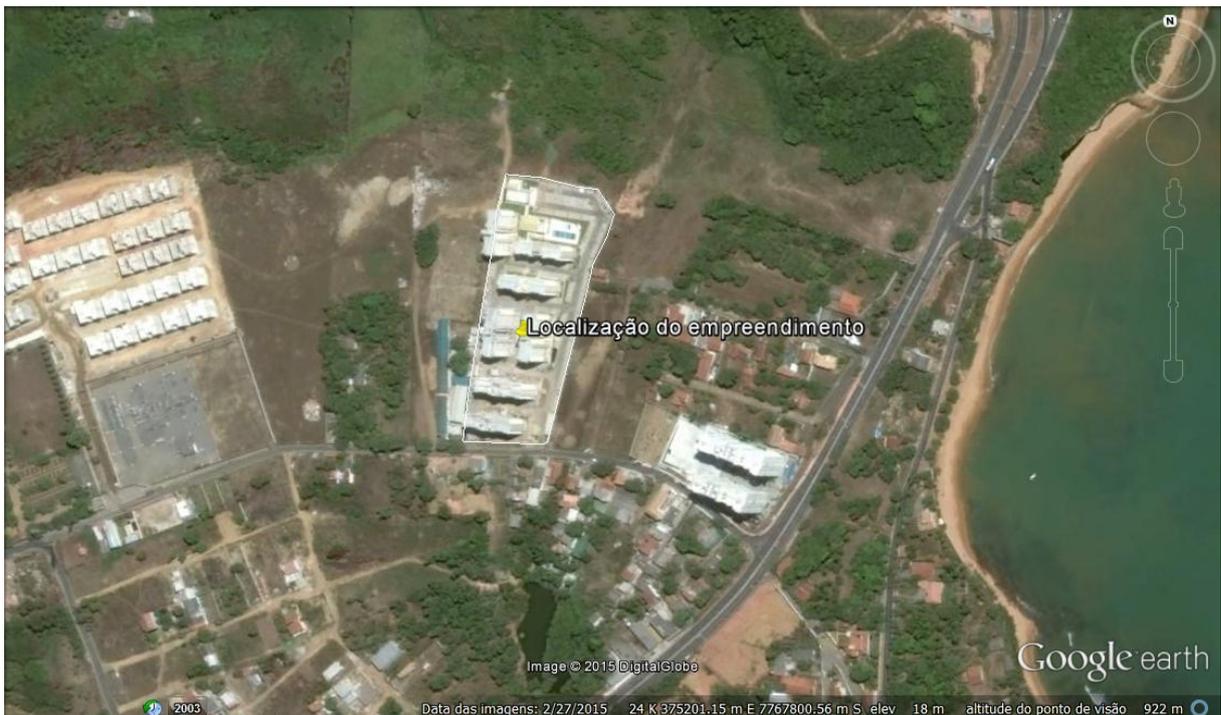


Figura 2.1: Imagem do satélite com localização do empreendimento.
Fonte: Google Earth (2015).

O empreendimento conta com 7 torres de 8 pavimentos e 8 apartamentos por andar totalizando 448 apartamentos, cada apartamento conta com 41m² a 44m², com área de lazer de 1800m² totalizando 22.907 m² de área construída.

O condomínio fica localizado à 11Km de Laranjeiras maior centro comercial do município, a 2km da praia de Manguinhos bairro vizinho e a apenas 350 metros do mar, nas Figuras 2.2 e 2.3, encontram-se a planta humanizada do projeto e foto aérea do empreendimento.



Figura 2.2: Planta de Implantação Humanizada.
Fonte: Morar Construtora (2015).(Adaptado pelas Autoras)

1.7.2 CÁLCULO DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA UTILIZADA NA OBRA

A cota per capita de água é um indicador obtido pela divisão entre o volume total distribuído por dia pelo prestador de serviço de saneamento e a população servida. Essa é uma informação usada no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, além de subsidiar a elaboração de projetos de abastecimento de água, instalações sanitárias prediais e reservatórios domiciliares. Entre tanto, é comumente baseada em dados da literatura ou obtida e disponibilizada pelos prestadores do serviço, por meio do acompanhamento e controle operacional dos seus sistemas (TSUTIYA, 2005).

Uma das dificuldades encontradas pelos projetistas na determinação do consumo residencial é a adoção de volumes per capita que se aproxima do consumo real (OLIVEIRA; LUCAS FILHO, 2003). No Brasil, por não haver de medições sistemáticas e seguras, a elaboração dos projetos é realizada com base em número de consumo médio presente na literatura, importada de países desenvolvidos, ou de prestadores de serviços com experiência na área (MATOS, 2007).

A cota per capita de água é geralmente calculada pelos prestadores de serviço de saneamento, responsáveis pelo abastecimento, com base em suas características operacionais e nos padrões de consumo de cada região, como sendo o volume total distribuído, medido ou estimado, dividido pela população total servida, em um período de tempo (FUNASA, 1991; OLIVEIRA; LUCAS FILHO, 2003). De forma geral é expressa em (L/hab.dia).

A obra utilizada como estudo realizava a medição mensal do consumo de água por esse motivo realizamos os cálculos de consumo *per capita* para descobrir o consumo por funcionário no mês trabalhado.

$$C = \frac{V}{F \cdot 8} \quad (2.1)$$

C = Consumo per capita mensal (m³/pessoa x mês)

V = Volume de água total (8meses) (m³)

F = Quantidade de funcionários mensal

Ou seja, o consumo per capita mensal é calculado pela razão entre o volume de água no período estudado e a quantidade de funcionários mensal.

Este procedimento foi realizado, para verificar o volume de água por pessoa, extrapolando a variável do processo da obra.

1.7.3 QUANTIFICAÇÃO MENSAL DE CONSUMO DE ÁGUA

Para verificação do consumo mensal, foram obtidos os dados do consumo mensal de água, através da série histórica de consumo disponibilizada pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), que atua como concessionária dos serviços públicos de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto no Espírito Santo.

Neste sentido, os valores obtidos foram avaliados de acordo com a série histórica de 8 meses. Após os dados de consumo, foi calculada a média para comparação dos meses de maior e menor consumo, conforme Equação 2.2.

$$C_m = \frac{\sum C}{8} \quad (2.2)$$

C_m = Consumo médio mensal

$\sum C$ = Somatória do consumo per capita mensal

1.7.4 IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS CONSTRUTIVAS REALIZADO DURANTE A OBRA

A obra Vista de Manguinhos foi executada em 18 meses, iniciando em 2014 e encerrando em 2015. As 7 torres foram construídas em duas etapas sendo a primeira etapa as torres C, E, F e G a ser entregue em maio de 2015 e a segunda etapa as torres A, B e D inicialmente seria entregue em julho de 2015 porém a obra foi adiantada em um mês sendo entregue em junho 2015.

Em dezembro de 2013 teve início a instalação do canteiro de obra, mas devido às fortes chuvas do final daquele ano, o início da obra se deu no começo do mês de janeiro de 2014.

A primeira laje foi concretada em fevereiro de 2014, um radier protendido, não houve perfuração de estaca em nenhuma torre da obra.

A água utilizada nesse processo foi da concessionária de abastecimento da grande Vitória e a água utilizada na concretagem não será levada em consideração nesse trabalho pois o gasto é do fornecedor de concreto.

No primeiro momento o gasto de água se concentrou nas áreas de vivências, bebedouros, almoxarifado, vestiários e escritório, após o início efetivo da obra o consumo começou a ser também do canteiro de obras, na central de argamassa e para molhar o canteiro e diminuir o pó que era intenso no começo da obra devido a movimentação de máquinas.

Logo após a concretagem do radier começam os serviços nas torres com a marcação e elevação da alvenaria, toda obra é constituída de alvenaria estrutural com pontos de *grout* a uma distância determinada em projeto, o *grout* é confeccionado na obra assim como a argamassa para os serviços de emboço, reboco e contrapiso. Mas antes do contrapiso é feito uma limpeza para retirar todos os resíduos de argamassa e gesso do piso.

Após o contrapiso é feito a impermeabilização com produtos específicos e feito um teste com uma lamina d' água deixando 72hs para conferência de estanqueidade. Logo após é feito a colocação da cerâmica em paredes e piso.

Depois da colocação da cerâmica o próximo serviço com grande consumo de água que é a limpeza grossa para dar início aos acabamentos finais na unidade. Quando termina as atividades de acabamento é feito uma nova limpeza para ser finalmente entregue a unidade aos clientes.

Simultaneamente com as construções das 7 torres foi construída a área de lazer e a área comum do empreendimento, a construção que mais teve consumo de água foi a piscina que teve que ser realizado dois testes de estanqueidade, o primeiro foi enchido a piscina com água da concessionária como foi detectado vazamento do ralo foi esvaziada e enchida novamente com o carro pipa após feito o teste foi esvaziada feito uma limpeza nos azulejos e enchida novamente com água da concessionária para ser entregue ao condômino.

O salão de festa, fitness, guarita, lixeira, área de apoio dos funcionários e banheiros foi realizado o mesmo processo construtivo das torres incluindo limpezas.

Após todos os serviços concluídos foi realizado a entrega da obra, a primeira etapa composta pelas torres C, E, F e G foi entregue no dia 28 de maio de 2015, já a segunda etapa da obra composta pelas torres A, B e D foi realizada no dia 23 de junho de 2015 com entrega total da obra.

1.7.5 TIPOS DE FORNECIMENTO DE ÁGUA

O fornecimento de água deverá ser suficiente para a utilização no canteiro de obra. Antes do início da obra deve ser feito um estudo para saber se existe rede de abastecimento de água pela concessionária no local da obra, se não existir procurar estudar se já existe o projeto de implantação ou dar início a um projeto de implantação.

A forma como a obra é abastecida pode ser feita de algumas maneiras, as mais utilizadas no empreendimento em estudo foram fornecidas pela rede de distribuição da CESAN e caminhão pipa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁGUA NO PLANETA

A água é parte integral do planeta Terra. É componente fundamental de dinâmica da natureza, impulsiona todos os ciclos, sustenta a vida e é o solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível (TUNDISI, 2003).

As reservas de água do planeta são constituídas por 98% de água salgada e 2% de água doce. Destes 2%, 87% estão bloqueados nas calotas polares e nas geleiras, e a maior parte do que resta se encontra vivo. As reservas de água útil são limitadas e em muitas regiões do mundo se tornam escassas (DOWBOR, 2005).

Esse volume vem diminuindo nos últimos anos, deixando toda população em alerta à crise hídrica.

2.2 CRISE HÍDRICA

Segundo May (2004), em termos nacionais, o Brasil detém umas das maiores bacias hídricas do planeta, ou seja, um quinto de toda a reserva global.

O Brasil ainda possui a vantagem de dispor de abundantes recursos hídricos. Porém, possui também a tendência desvantajosa de os desperdiçar. A grande crise da água, prevista para o ano de 2020,19 tem preocupado cientistas das diversas áreas no mundo inteiro, e o caminho que poderá conduzir ao caos hídrico já é trilhado (DE LIMA MORAES, 2002)

A disseminação de informações referente ao risco de escassez de água tem aumentado a conscientização da população. A água potável encontrada na natureza é essencial para a vida no nosso planeta. No entanto, esse recurso tem se tornado cada vez mais escasso (MAY, 2004).

2.3 DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA

A disponibilidade hídrica pode ser entendida como o total desta vazão, à medida que parte é utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento e parte é mantida na bacia para conservação da integridade ecológica e ambiental, bem como para atender a usos que não necessitam da extração ou captação do corpo hídrico, como navegação, lazer e recreação.

O crescimento da demanda e o crescimento populacional acentuado e desordenado são os principais fatores que influenciam no aumento do consumo de água, principalmente nos grandes centros urbanos (MAY, 2004).

No Brasil, 68,5% dos recursos hídricos estão na região Norte, enquanto que no Nordeste temos 3,3%, Sudeste 6,0%, Sul 6,5% e Centro-Oeste 15,7%. O interessante é que apesar de a região Norte possuir 68,5% da nossa água doce, possui somente 6,83% da população, enquanto que o Nordeste, tem 28,94%, a região Sudeste 42,73%, o Sul 15,07% e o Centro-Oeste 6,43%. Portanto, o Brasil tem bastante água, mas a mesma está mal distribuída, pois, onde existe muita água, existe pouca população e onde existe muita população existe pouca água (TOMAZ, 2001).

Neste sentido, a demanda é dependente de uma série de fatores demográficos, econômicos, tecnológicos, sociais, políticos e de desenvolvimento regional (AMORIM JR., 2014).

2.3.1 FORNECIMENTO DE ÁGUA PELA CESAN

A água fornecida pela rede de distribuição água pública é a utilizada prioritariamente para uso humano e para preparo de materiais básicos do canteiro. A rede pública é mais recomendada devido a garantia de uma boa qualidade da água (PESSARELLO, 2008).

O consumo de água de rede de distribuição é aconselhado para uso humano por ser garantido pela concessionária uma água tratada livre de resíduos que podem causar mal ao indivíduo que faz sua utilização. Pois a água que é captada contém microrganismos, alguns sais que são dissolvidos, entre outras substâncias que podem fazer mal se consumido.

A concessionária tem que seguir normas estabelecidas pela portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece o controle da qualidade da água e sua potabilidade.

- **Captação e distribuição de água**

O sistema de captação de água é composto por manancial, captação, adutoras, estação elevatória, estação de tratamento reservatório e rede de distribuição.

Dos mananciais são retiradas a água tanto subterrânea ou superficial e são captadas pela captação, as adutoras são tubulações de grandes diâmetros responsável por levar a água para estação de tratamento e depois para os reservatórios de distribuição (CESAN, 2015).

As estações elevatórias fazem o bombeamento transportando a água a pontos mais distantes e elevados e também é utilizada para aumentar a vazão de linhas adutoras. A água vai para as estações de tratamento aonde é realizada a purificação de acordo com critérios de qualidade exigido pela legislação, depois de tratada é armazenada nos reservatórios e encaminhada para rede de distribuição que é responsável por distribuir a água tratada para a população (CESAN, 2015).

- **Custo do consumo de água**

Em geral cada domicilio, comércio, indústria tem um medidor de água onde mensalmente são realizadas medições de consumo para gerar a fatura a ser paga. Na fatura vem cobrando além do consumo uma taxa de manutenção de captação e manutenção da rede de abastecimento de água que é um valor fixo.

Nos locais que ainda não foram instalados os medidores de consumo, mas tem ligação de água é cobrado uma taxa fixa mensal até que o medidor seja instalado.

O valor cobrado é dividido em categorias e existe faixas de consumo com valores estabelecidos. As categorias são divididas em tarifa social, residencial comercial, industrial e pública cada categoria tem seus valores diferenciados.

Tarifas de água por faixa de consumo (R\$/m³)						
Volume (m³)	0-10	11-15	16-20	21-30	31-50	> 50
Categorias						
Residencial	2,69	3,14	5,37	5,92	6,31	6,58
Comercial e Serviços	4,27	4,82	6,70	7,04	7,25	7,48
Industrial	6,86	7,07	7,67	7,75	7,95	8,10
Pública	4,47	5,05	4,48	6,70	6,79	6,88

Quadro 3.1: Custo do consumo do volume de água da região metropolitana da Grande Vitória, Piúma e Anchieta.

Fonte: CESAN

2.3.2 ABASTECIMENTO POR CAMINHÃO PIPA NA OBRA

O fornecimento de água feito pelo caminhão pipa, existe várias empresas que fazem entrega de água em caminhão pipa, mas esse tipo de fornecimento precisa estar adequado a algumas regras. Segundo o ministério da saúde os caminhões utilizados para entrega precisam ser revestidos com material anticorrosivo e antioxidante não tóxico na parede interna do tanque, esses caminhões geralmente têm capacidade de 10 m³, 15 m³ e 30 m³. E precisa de um laudo de laboratório para garantir que a água é potável.

- **Custos do abastecimento por caminhão pipa**

No quadro 3.2 pode-se observar que o custo de um caminhão pipa de 10 m³, 15 m³ e 30 m³.

VOLUME (m³)	CUSTO DO VOLUME (R\$/m³)	CUSTO TOTAL (R\$)
10	35	350
15	35	525
30	35	1050

Quadro 3.2: Tarifa do volume de água adquirido pelo caminhão pipa
Fonte: COMEC.

Analisando os dados é possível identificar que o valor por m³ é R\$ 35,00, conforme cotação feita na empresa COMEC em outubro de 2015.

2.4 DEMANDA POR ÁGUA NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Segundo Pessarello (2008), a água, além de ser necessária para a higiene pessoal dos operários, é a matéria-prima para fabricação de alguns materiais, como concretos e argamassas. Assim, é necessário que se tenha quantidade suficiente e que a mesma apresente qualidade compatível com as necessidades.

As principais utilizações da água na construção de edifícios se dão tanto para o uso humano quanto para a execução de serviços.

2.4.1 CONSUMO DE ÁGUA PARA NECESSIDADES HUMANAS

- **Canteiro de obras**

No canteiro de obras a utilização da água para as necessidades humanas está relacionada, basicamente, às demandas essenciais dos funcionários do canteiro e estas são preservadas de acordo com a legislação trabalhista (PESSARELLO, 2008).

Na Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho, a NR – 18, são citados os itens básicos para o trabalhador, sendo destacados apenas os relacionados com a utilização de água no canteiro, como refeitórios, instalações hidrossanitárias e bebedouros.

Estima-se que o consumo diário por operário não alocado chega a 45 litros por dia, não estando inclusa a refeição. No caso de a refeição ser preparada na obra, este número passa para 65 litros por dia (SILVA, 2006).

- **Refeitório**

A NR – 18 determina que o refeitório deverá ter em seu interior o próximo lavatórios para lavagem de mãos e de marmitas.

No caso de preparo de refeição na obra, a cozinha deverá ter suporte para confecção do mesmo como pia, equipamentos de refrigeração e seguir os critérios de higienização.

- **Bebedouros**

É obrigatório o fornecimento de água potável, filtrada e fresca para os trabalhadores, com bebedouros espalhados pelo canteiro seguindo uma quantidade de 1 bebedouro para cada grupo de 25 funcionários.

- **Instalação hidrossanitária**

As instalações hidrossanitárias são itens obrigatórios nos vestiários nos canteiros de obra e necessário para permitir as trocas de roupas e a higiene pessoal.

As instalações têm que seguir a NR 18 que determina as instalações sanitárias constituídas por bacias sanitárias, mictório e lavatório para cada grupo de 20 funcionários, tem que haver um chuveiro para um grupo de 10 funcionários.

2.4.2 USO DE ÁGUA NA EXECUÇÃO DA OBRA

A água é usada em quase todos os serviços de engenharia, às vezes como componente e outras como ferramenta. Entra como componentes nos concretos e argamassas e na compactação dos aterros e como ferramenta nos trabalhos de limpeza, resfriamento e cura do concreto (NETO, 2005).

De maneira geral, este precioso líquido não é visto e nem tratado como material de construção. Nas composições de custos dos serviços de engenharia não se inclui o item água, mesmo sabendo-se que para a confecção de um metro cúbico de concreto, gasta-se em média de 160 a 200 litros e na compactação de um metro cúbico de aterro pode ser consumido até 300 litros de água (NETO, 2005).

De acordo com Neto (2005), a água é um dos componentes mais importantes na confecção de concretos e argamassas e imprescindível na umidificação do solo em compactação de aterros. Um material de construção nobre, que influencia diretamente na qualidade e segurança da obra.

Segundo Pessarello (2008), a utilização da água na execução do edifício ocorre em vários serviços de construção, sendo na fabricação do concreto, fabricação de argamassas, cura do concreto, teste de impermeabilização, pintura à látex e limpeza.

- **Fabricação de concreto**

Segundo Pessarelo (2008), na fabricação do concreto, tanto na obra, quanto em usinas, é utilizada água na dosagem e a qualidade dos concretos depende indiretamente desta dosificação, já que está diretamente relacionada ao fator água/cimento, influenciando o incremento da resistência à compressão. Ou seja, quanto maior for a relação água x cimento, menor será a resistência dos concretos.

A quantidade de água de amassamento deve ser a mínima compatível com as exigências da colocação na obra, sendo a água em excesso muito prejudicial a resistência dos concretos. Apesar disso, o consumo de água na execução de uma estrutura de concreto é elevado e não pode ser desprezado (PESSARELO, 2008).

As estimativas de consumo de água na fabricação de concreto virado na obra, apresentadas no Quadro 3.3, são baseadas nas composições do livro TCPO (2003), juntamente com os dados do livro CADERNO DE ENCARGOS (GUEDES, 2004). Os consumos variam de acordo com o traço e, conseqüentemente, com o fator água x cimento.

FF_{CK} (MPa)	Fator Água X Cimento (L/kg) (**)	Cimento (Kg/m ³) (*)	Água (L/m ³)
10 (*) 03310.8.1.1	0,88	241	212,08
15 (*) 03310.8.1.3	0,79	280	221,20
18 (*)03310.8.1.5	0,68	305	207,40

Quadro 3.3: Consumo de água na produção de concreto dosado na obra

Fonte: (*) conforme composições do livro TCPO

(**) Conforme livro Caderno de encargos ficha – E-CON.

- **Cura do concreto**

A “cura”, como é denominado o processo de endurecimento do concreto, torna-o resistente e mais durável, quando bem realizada. YAZIGI (2004) orienta que o concreto deve ser mantido umedecido por diversos dias após a sua concretagem, pois a água é indispensável às reações químicas que ocorrem durante ao endurecimento do concreto, principalmente durante os primeiros dias.

Caso o concreto não seja curado devidamente, torna-se enfraquecido, podendo ocorrer fissuras, com prejuízo de sua durabilidade e aparência. (PESSARELO, 2008)

Vale a pena ressaltar que a cura do concreto deve ocorrer de acordo com a NBR-6118 de 2003. Além disso, GUEDES (2004) complementa, informando que qualquer que seja o processo empregado para a cura do concreto, a aplicação deverá iniciar-se tão logo termine a pega, devendo continuar por período mínimo de 7 dias.

Considera-se que:

- quando no processo de cura for utilizada uma camada de pó de serragem, de areia ou qualquer outro material adequado, este deverá ser permanentemente molhado e esta camada terá, no mínimo 5 cm de espessura;
- quando for utilizado processo de cura por aplicação de vapor d’água, a temperatura será mantida entre 38°C e 66°C, por um período de aproximadamente 72 horas.

São admitidos, atualmente, os seguintes tipos de cura:

- molhagem contínua das superfícies expostas do concreto com água;
- cobertura com tecidos de aniagem, mantidos saturados por água;
- cobertura por camadas de serragem ou areia saturadas por água;
- lonas plásticas ou papéis betumados impermeáveis, mantidos sobre superfícies expostas, devendo ser de cor clara para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica;
- películas de cura química.

O consumo de água na cura do concreto varia em função do tipo de cura. No Quadro 3.4 são apresentadas as estimativas, de acordo com dados empíricos levantados junto às construtoras.

Tipo	Espessura (cm)	Água (L/m²)
Molhagem de tecidos	2,0	0,02
Lâmina de água	5,0	0,05

Quadro 3.4: Consumo de água na cura do concreto de acordo com a espessura de lâmina d'água.

Fonte: Dados empíricos (Morar Construtora)

- **Fabricação de Argamassas**

Segundo Pessarello (2008), as argamassas podem ser feitas na própria obra ou industrializadas; em ambos os casos é necessária a dosagem na obra com água.

Como na fabricação de concreto, a água influencia na qualidade e desempenho final da argamassa e o excesso pode prejudicar, dentre outras coisas, a aderência da argamassa, sua resistência ou ainda dar trabalhabilidade inadequada.

O consumo de água em argamassa, quando analisado de forma geral, torna-se representativo.

No Quadro 3.5, são apresentadas as estimativas de consumo apenas para argamassas industrializadas.

Uso de água	Marca da argamassa	Massa da argamassa (Kg)	Volume de água recomendada na embalagem	Consumo do volume de água por quilo (L/kg)
Assentamento de blocos	Quartzolit	20	3,0 a 3,4 litros	0,17
Assentamento de blocos	Votomassa	50	7,2 a 7,6 litros	0,15
Assentamento de peças cerâmicas	Quartzolit	20	4,6 litros podendo variar $\pm 5\%$	0,23
Assentamento de peças cerâmicas	Votomassa	20	4,1 a 4,3 litros	0,22
Emboço	Quartzolit	30	3,0 a 3,4	0,11
Reboco	Quartzolit	20	5,2 podendo variar $\pm 5\%$	0,26
Reboco	Votomassa	50	7,2 a 7,6	0,15

Quadro 3.5: Consumo de água na produção de argamassa industrializada.

Fonte: (*) Os dados foram obtidos através de consulta aos catálogos e embalagens dos produtos

O consumo de água apresentado na tabela demonstra que a quantidade de água acrescentada a mistura da argamassa não é tão alta, mas se analisar durante toda a obra teremos valores representativos. Por esse motivo o controle de consumo e desperdício devem ser observados, pois praticamente em todo período de obra esses materiais são utilizados.

- **Teste de impermeabilização**

O serviço de impermeabilização consiste na proteção das construções contra a infiltração de água. A camada de impermeabilização pode ser rígida ou flexível; pode ser constituída por membranas ou mantas.

O serviço de impermeabilização está relacionado com o consumo de água, devido aos procedimentos inclusos em seu método executivo, ou seja, após a execução de uma impermeabilização, é recomendado que seja efetuado um teste com lâmina d'água, com duração mínima de 72 horas, para verificação da aplicação do sistema empregado, orienta YAZIGI (2004).

Os consumos de água em testes de impermeabilização vão depender dos elementos a serem testados; por exemplo, o consumo de água para teste em uma piscina será bem mais elevado do que o consumo de água para teste de um piso de banheiro (PESSARELLO, 2008).

- **Pintura a látex**

As superfícies rebocadas, na grande maioria, recebem como acabamento final a pintura látex.

A tinta látex tem sua composição à base de copolímeros de PVA, segundo YAZIGI (2004) e a relação do consumo de água no serviço de pintura a látex se dá pelo fato de as tintas látex serem diluídas em água antes da aplicação.

De acordo com YAZIGI (2004), as tintas látex devem ser diluídas em 20% de água; portanto, tem-se no Quadro 3.6 a estimativa de consumo de água para o serviço de pintura.

Pintura Latex	Número de demãos	Tinta (L/m²) (*)	Água (L/m³)
Látex PVA (*) 09910.8.10.1	2	0,17	0,03
Látex Acrílico (*) 09910.8.11.1	2	0,17	0,03

Quadro 3.6: Consumo de água na dosagem de tinta para pintura de paredes

Fonte: (*) conforme composições do livro TCPO

- **Limpeza**

Segundo Pessarello (2008), a utilização de água na limpeza de ferramentas ou após a execução de alguns serviços é imprescindível, pois alguns resíduos da construção, se não retirados adequadamente, podem danificar a ferramenta e manchar ou danificar a superfície.

Por exemplo, as manchas de tintas deverão ser retiradas com espátula, ou palha de aço e, posteriormente, todas as superfícies cerâmicas, ou com pedras, deverão ser lavadas com água ou sabão, conforme YAZIGI (2004).

Pessarello (2008) fala que mesmo quando não há resíduo/sujeira proveniente da construção, como tinta, argamassa ou cola, a poeira ou fuligem da obra deve ser retirada, sendo geralmente as superfícies lavadas utilizando-se máquinas com jato de água.

Além dos consumos citados anteriormente, há ainda a utilização de água na lavagem de pneus dos veículos, como dos caminhões de terra que saem da obra, principalmente nas etapas iniciais da construção. Outra fonte consumidora de água, indiretamente relacionada à limpeza da obra, é a molhagem das vias nos períodos de clima muito seco, com o objetivo de reduzir a poeira na obra (PESSARELO, 2008).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Após levantamentos realizados com dados da obra, onde pode ser apontado o consumo de água, média de funcionários e identificados as etapas construtivas, tornou-se possível realizar análise graficamente dos resultados.

3.1 ESTUDO DE CASO

Os estudos de caso têm várias aplicações. Assim, é apropriado para pesquisadores individuais, pois dá a oportunidade para que um aspecto de um problema seja estudado em profundidade dentro de um período de tempo limitado (VENTURA, 2007).

Estudar o consumo de água na construção de edifícios residenciais tendo como base o levantamento de dados feito na obra, afim de identificar o consumo durante o processo de produção.

3.1.1 CONSTRUTORA EM ESTUDO

A construtora em estudo é a Morar Construtora fundada em 1981, com 34 anos no mercado atualmente está entre as 100 maiores construtoras do Brasil. Com mais de um milhão de metros quadrados construídos uma construtora reconhecida no mercado imobiliário.

Entre seus projetos estão centros comerciais, hotéis e residências. Atualmente está com 4 obras em andamento. Foi a primeira construtora a implantar o Sistema da qualidade no estado em 1998 e controle de consumo de água e energia é item do mesmo.

3.1.2 CARACTERÍSTICA DE INSTALAÇÃO DE ÁGUA NO CANTEIRO REFEITÓRIO

Na obra todos os funcionários da empresa e os funcionários de empreiteiro possuíam refeitório para fazer suas refeições, que era fornecido por uma empresa terceirizada que trazia os alimentos e os funcionários se serviam. Após o término das refeições os pratos e talheres eram recolhidos e lavados na cozinha do refeitório.

- **Instalações hidrossanitárias**

As instalações hidrossanitárias da obra possuíam 16 bacias sanitárias, 16 pias, 32 chuveiros e 5 mictório tipo calha.

- **Abastecimento nos andares**

Para o abastecimento de água nos pavimentos tipos das torres, foram colocadas torneira nos corredores que eram abastecidas, pelos reservatórios do canteiro que alimentava as torneiras através de bombas.

- **Consumo e tipo de fornecimento no canteiro de obra**

Grande parte do consumo de água da obra foi feito pela CESAN, havendo meses que a construtora optou por fornecimento de carro pipa devido a alguns serviços que necessitavam de um grande volume de água.

O consumo de água dos meses de janeiro a setembro de 2014 não foi considerado nessa pesquisa devido à falta de hidrômetro, pois houve demora no processo de instalação pela CESAN, sendo cobrado somente a taxa mínima. Desta forma, esses primeiros meses não foram considerados na pesquisa, pois afetariam o resultado final, visto que não foi realizada a medição do real consumo.

O Quadro 4.1 mostra o consumo mensal de água e o percentual de consumo por abastecimento da CESAN e por carro pipa no período de construção do empreendimento.

Mês/Ano	Abastecimento pela CESAN		Abastecimento por carro pipa		Consumo total de água por mês (m ³)
	(m ³)	(%)	m ³	%	
Out./14	270	100	-	-	270
Nov./14	422	100	-	-	422
Dez./14	537	98,17	10	1,83	547
Jan./15	365	94,81	20	5,19	385
Fev./15	488	96,06	20	3,94	508
Mar./15	444	100	-	-	444
Abr./15	251	100	-	-	251
Mai./15	474	95,95	20	4,05	494
Total:	3251	97,89	70	2,11	3321

Quadro 4.1: Consumo de água e percentual de consumo por tipo de fornecimento
Fonte: Morar Construtora (2015).

Através da análise dos tipos de fornecimento, percebe-se que 97,89% do fornecimento de água na produção do edifício ocorreram através da rede da CESAN e apenas 2,11% através de caminhão pipa.

3.2 ESTIMATIVA DE CONSUMO MENSAL DE ÁGUA

Os dados foram levantados através da construtora que liberou a consulta do consumo mensal especificado nas contas da CESAN e as faturas relativas ao abastecimento de carro pipa na obra.

Com esses valores foi possível elaborar um gráfico, com o objetivo de identificar o consumo durante os meses de construção e poder observar em qual mês foi o maior consumo.

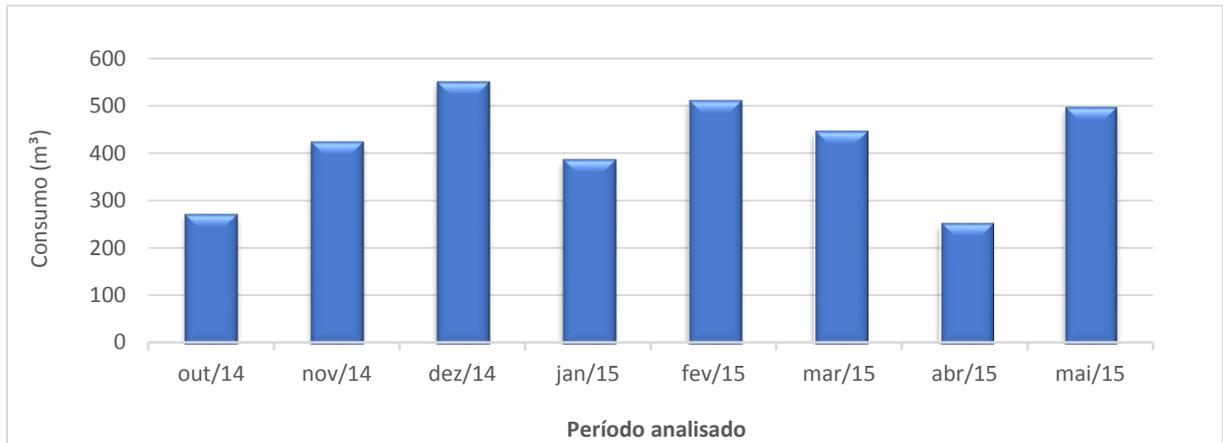


Figura 4.1: Consumo mensal de água entre outubro de 2014 e maio de 2015.

Verificou-se que o período com o maior consumo foi no mês de conclusão da piscina, dezembro de 2014, (537m³).

No mesmo período as torres estavam executando a limpeza para o contrapiso o qual consome bastante água. Em maio de 2015, houve outro aumento de consumo devido ao período de limpeza para entrega do empreendimento (474m³).

3.3 CONSUMO MENSAL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À MÃO DE OBRA

Os dados apresentados a seguir apresentam a influência da quantidade de funcionários no consumo total de água. Já foi apontado que o consumo diário de um funcionário é em média de 45 litros por dia podendo chegar a 65 litros caso a alimentação for preparada no canteiro de obra, conforme SILVA, 2006.

Não é o caso da obra em estudo o alimento chega pronto somente os pratos são lavados na obra.

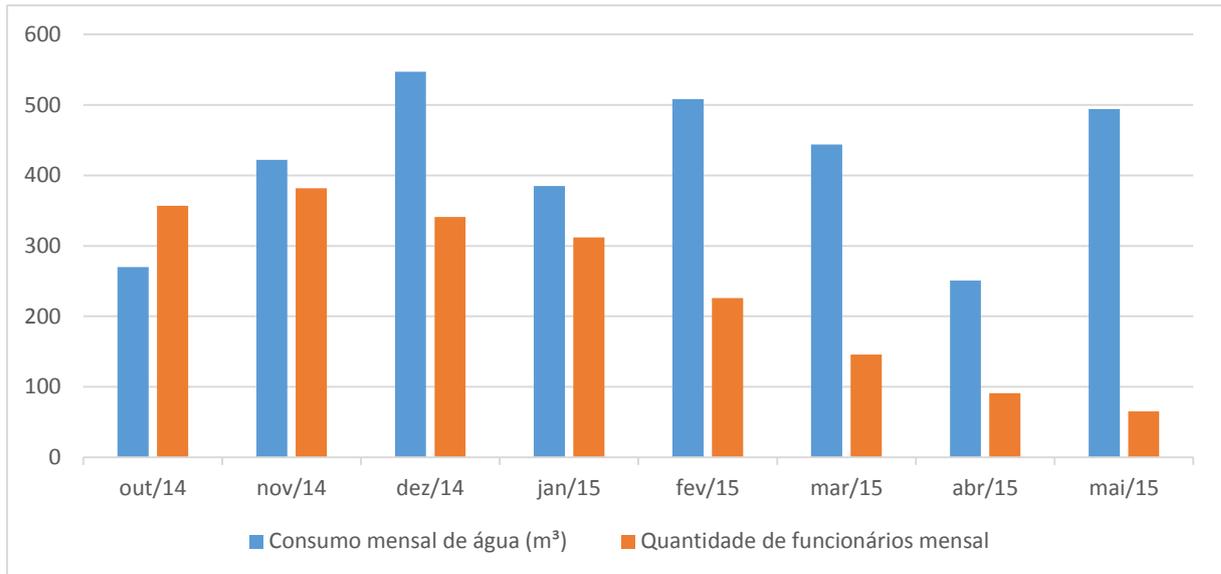


Figura 4.2: Quantidade de pessoas por mês considerando o consumo de água na obra.

Através da figura 4.2 pode-se observar que os meses de maior consumo nem sempre são os meses com maior número de funcionários.

Pode-se concluir que além do número de funcionários outros fatores influenciam o consumo de água na obra.

3.4 CONSUMO MENSAL DE ÁGUA E QUANTIDADE DE PESSOAS CONFRONTADAS COM AS ETAPAS CONSTRUTIVAS

Através dos dados anteriores, pode-se analisar que o consumo de água pelos funcionários não é muito relevante e o que realmente gera impacto sobre o consumo de água são os serviços realizados durante a obra.

Para obter as informações para análise foi observado o cronograma da obra (APÊNDICES A à G) para ter a informação de início e término aproximado de serviços que possuem relevância quanto ao consumo de água.

Através do das equações 2.1 e 2.2 pode-se obter o quadro 4.2, onde mostra o consumo mensal de água, a quantidade de funcionário mensal, consumo per capita mensal e médio.

Mês/ Ano	Consumo de água mensal (m ³)	Quantidade de funcionários mensal	Consumo per capita mensal (m ³ /func.mês)	Consumo per capita médio mensal (m ³ /func.mês)
Out./14	270	357	1,19	2,56
Nov./14	422	382	1,12	2,56
Dez./14	537	341	1,25	2,56
Jan./15	365	312	1,37	2,56
Fev./15	488	226	1,89	2,56
Mar./15	444	146	2,92	2,56
Abr./15	251	91	4,68	2,56
Mai./15	474	65	6,56	2,56
Total:	3410	3808	20,48	2,56

Quadro 4.2: Cálculo consumo de água mensal e consumo per capita, considerando número de funcionários na obra.

Observa-se uma variação no consumo de água no período estudado, contudo essa variação não pode levar em consideração o consumo per capita e sim as etapas de construção que impactam diretamente o consumo de água, evidenciado na figura 4.3.

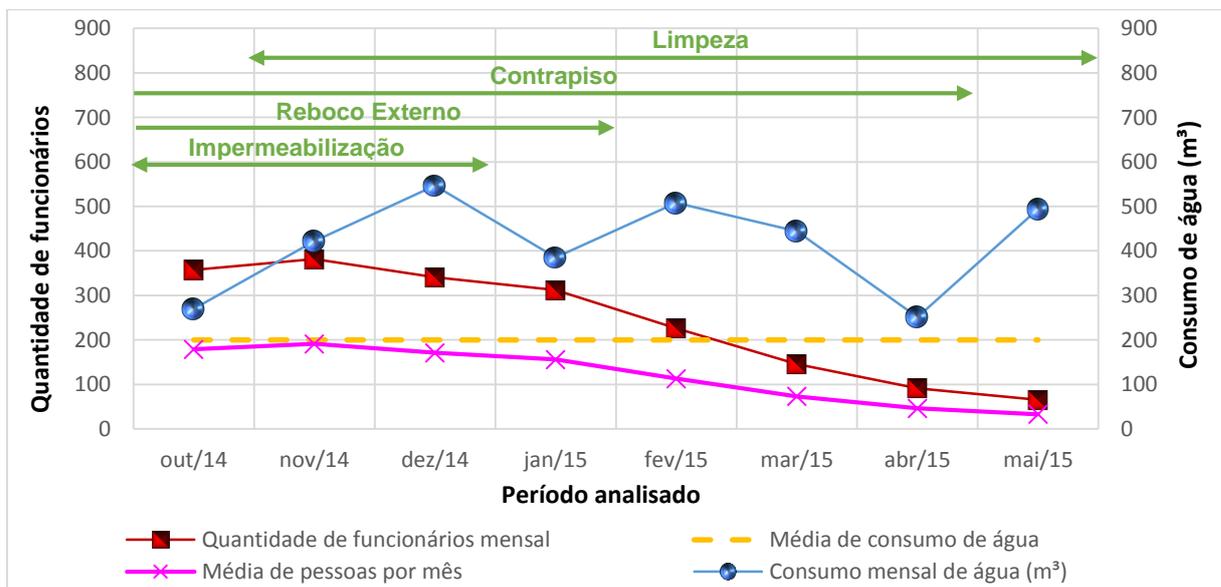


Figura 4.3: Consumo mensal de água confrontado com as etapas construtivas da obra

Através do cronograma da obra todas atividades que possuem consumo de água num determinado mês, num período de 8 meses, após identificar essas atividades foi analisado também os dados do consumo mensal de água coletados pela concessionária de abastecimento. Comparando as informações foi identificado os processos que tiveram maior consumo de água.

Elevação do consumo de água nos serviços como contrapiso, impermeabilização e limpeza. No último mês, embora a quantidade de serviços e de pessoas tenha reduzido, o consumo de água cresceu, isto devido às limpezas realizadas na obra, para entrega dos apartamentos.

É importante ressaltar que o período estudado não contempla o serviço de fundação e por este motivo o serviço apesar de ter grande consumo de água não foi apresentado no gráfico, além disso o concreto para a estrutura/fundação não foi feito na obra, não tendo consumo de água.

4 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado, estimou-se o consumo de água na obra em estudo considerado a quantidade de pessoas na obra. Além disso o estudo realizou uma análise dos processos que possuem maior consumo de água, possibilitando identificar os processos como: execução e cura do contrapiso, testes de estanqueidade, emboço, reboco e limpeza dentre outros.

Em relação as práticas dos processos da construção civil, o qual foi considerado o consumo de água realizado na obra durante os meses monitorados, observou-se que o maior consumo é evidente na limpeza, impermeabilização e contrapiso.

O consumo de água estimado no canteiro de obras, foram nos meses de outubro de 2014 e maio de 2015, considerando que em no mês de dezembro e janeiro são meses de férias coletiva na construção civil.

O que fica visível, como fruto dessas observações é que, a água é essencial para a execução das principais atividades da obra e para o consumo humano.

Como ressaltou DE LIMA MORAES (2002), 20% do consumo de água é destinado à indústria que contempla o setor de construção Civil, sendo assim é necessário tomar providências para a redução desse consumo, tentando minimizar a escassez hídrica do momento atual.

Compreende-se então, a necessidade de buscar e aplicar nos canteiros de obras soluções para a redução do consumo de água na execução dos processos construtivos.

REFERÊNCIAS

- CAPRÁRIO, Sara. Construções Verdes. São Paulo, 2006. In: PESSARELLO, REGIANE GRIGOLI. Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores. **Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil– Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.**
- CAPUCCI, Egmont et al. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável-SEMADS, 2001.
- CESAN www.cesan.com.br/wpcontent/uploads/2015/08/Tabela_de_tarifas_2015.pdf acesso em: 2015-10-20
- DE LIMA MORAES, Danielle Serra; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.
- DOWBOR, Ladislau. Economia da água. Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade, p. 27-36, 2005.
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde 1991. Manual de Saneamento. 2. Ed., ver., Brasília, Fundação nacional de saúde, 408p.
- MATOS, JENNIFER CONCEIÇÃO CARVALHO TEIXEIRA DE Proposição de Método para a Definição de Cotas per capita Mínimas de Água para Consumo Humano [Distrito Federal] 2007.
- MAY, Simone. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>>. Acesso em: 2015-07-09.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Cuidado com a água do carro pipa – Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/pequenos_cuidados_grande_protecao_pipeiros.pdf. Acesso em 2015-07-10.
- NETO, Antônio Filho; Água como Material de Construção. Cuiabá. Disponível em <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=625>. Acesso em 22 de junho de 2015.
- OLIVEIRA, J. I.; LUCAS FILHO, M. 2003. “Caracterização do consumo per capita de água na cidade de Natal: uma análise sócio econômica”. *Anais do XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Joinville, 10p.

PEREIRA, J.A.R. Estimativa da tarifa de esgoto sanitário com base no consumo per capita de água em edifícios residenciais com poço artesianos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa - PB.

PESSARELLO, REGIANE GRIGOLI. Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores. **Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil—Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.**

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**, 12ª Edição, São Paulo, Editora Pini, 2003.

TOMAZ, PLÍNIO. Economia de água. **São Paulo, Navegar, 2001.**

TRIGUEIRO, André. **Mundo sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação.** Globo Livros, 2005

TSUTIYA, M. T. 2005. Abastecimento de água. São Paulo, 2ª Ed., departamento de Engenharia e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643p.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e Gerenciamento Integrado. Cienc. Cult., São Paulo, v. 55, n. 4, Dezembro de 2003. Disponível a partir de Acesso em 09 de julho de 2015.

VENTURA, Magda Maria. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. Rev Socerj, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO DA TORRE A

Cronograma

Torre A	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrutura (Concretagem)	█							
Alvenaria Estrutural	█	█	█	█	█			
Alvenaria das calhas					█			
Mestração	█	█	█	█	█			
Ressalto Box	█	█	█	█	█			
Peitoril	█	█	█	█	█			
Emboço	█	█	█	█	█			
Gesso Liso	█	█	█	█	█	█		
Impermeabilização do piso do box	█	█	█	█	█	█		
Contrapiso	█	█	█	█	█	█		
Soleira	█	█	█	█	█	█		
Revestimento cerâmico				█	█	█	█	
Textura teto				█	█	█	█	
Rejunte				█	█	█	█	
Emassamento				█	█	█	█	
1ª demão de pintura				█	█	█	█	
Reboco externo					█	█		
Selador exeterno					█	█		
Textura externa					█	█	█	
limpeza grossa						█	█	█
2ª demão de pintura						█	█	█
Limpeza fina						█	█	█

APÊNDICE C – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO DA TORRE C

Cronograma

Torre C	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrutura (Concretagem)								
Alvenaria Estrutural								
Alvenaria das calhas								
Mestração								
Ressalto Box								
Peitoril								
Emboço								
Gesso Liso								
Impermeabilização do piso do box								
Contrapiso								
Soleira								
Revestimento cerâmico								
Textura teto								
Rejunte								
Emassamento	█							
1ª demão de pintura	█							
Reboco externo	█							
Selador externo	█							
Textura externa	█	█						
limpeza grossa		█	█	█				
2ª demão de pintura			█	█	█			
Limpeza fina						█	█	█

APÊNDICE D – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO DA TORRE D

Cronograma

Torre D	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrutura (Concretagem)	█	█	█	█				
Alvenaria Estrutural	█	█						
Alvenaria das calhas		█	█					
Mestração	█	█						
Ressalto Box	█	█						
Peitoril	█	█						
Emboço	█	█						
Gesso Liso	█	█	█					
Impermeabilização do piso do box	█	█	█					
Contrapiso	█	█	█	█				
Soleira	█	█	█	█	█			
Revestimento cerâmico	█	█	█	█	█			
Textura teto	█	█	█	█	█			
Rejunte	█	█	█	█	█			
Emassamento		█	█	█	█			
1ª demão de pintura		█	█	█	█			
Reboco externo		█	█	█				
Selador exeterno			█	█				
Textura externa			█	█				
limpeza grossa				█	█	█		
2ª demão de pintura				█	█	█		
Limpeza fina						█	█	█

APÊNDICE E – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO DA TORRE E

Cronograma

Torre E	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrutura (Concretagem)	█							
Alvenaria Estrutural								
Alvenaria das calhas								
Mestração								
Ressalto Box								
Peitoril								
Emboço								
Gesso Liso	█							
Impermeabilização do piso do box	█							
Contrapiso	█							
Soleira	█	█						
Revestimento cerâmico	█	█						
Textura teto	█	█						
Rejunte	█	█						
Emassamento	█	█	█					
1ª demão de pintura	█	█	█					
Reboco externo	█							
Selador exeterno	█	█						
Textura externa		█	█					
limpeza grossa			█	█	█	█		
2ª demão de pintura				█	█	█		
Limpeza fina						█	█	█

APÊNDICE F – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO DA TORRE F

Cronograma

Torre F	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrutura (Concretagem)	█							
Alvenaria Estrutural								
Alvenaria das calhas								
Mestração								
Ressalto Box								
Peitoril								
Emboço								
Gesso Liso								
Impermeabilização do piso do box								
Contrapiso	█							
Soleira	█							
Revestimento cerâmico	█	█						
Textura teto	█	█						
Rejunte	█	█						
Emassamento	█	█						
1ª demão de pintura	█	█						
Reboco externo	█							
Selador exeterno	█	█						
Textura externa		█	█					
limpeza grossa		█	█	█				
2ª demão de pintura			█	█	█			
Limpeza fina						█	█	█

APÊNDICE G – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO DA DO TORRE G

Cronograma

Torre G	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estrutura (Concretagem)	█							
Alvenaria Estrutural								
Alvenaria das calhas								
Mestração								
Ressalto Box								
Peitoril								
Emboço								
Gesso Liso	█							
Impermeabilização do piso do box	█							
Contrapiso	█							
Soleira	█							
Revestimento cerâmico	█	█						
Textura teto	█	█						
Rejunte	█	█						
Emassamento	█	█						
1ª demão de pintura	█	█						
Reboco externo	█							
Selador exeterno	█	█						
Textura externa		█	█					
limpeza grossa		█	█	█				
2ª demão de pintura		█	█	█	█			
Limpeza fina						█	█	█

