



CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E USO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS NO CANTEIRO DE OBRAS

Caterine van der Ham Rodrigues – catevanderham@gmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Rua Maracaju, nº 1402.

79002-210 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Jessica Aline Menezes Lima – a.jessica@outlook.com.br

Universidade Católica Dom Bosco

Avenida Joana D'arc, nº 509.

79070-170 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Elizandra Souza Silva – elizandrasouza.S@hotmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Rua Nova Bandeirantes, nº 610.

79006-410 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Fernanda Batista Bernardo – engfernandab@outlook.com

Universidade Católica Dom Bosco

Rua Tenente Lira, nº 671.

79118-480 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho – fernandojcmf@hotmail.com

Universidade Católica Dom Bosco

Avenida Monte Castelo, nº 1825

79011-540 – Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Resumo: O estudo foi elaborado para analisar sistema de captação de água pluvial para fins não potáveis em dois canteiros de obras na área urbana de Campo Grande – MS, visando analisar o consumo de água nas obras estudadas, avaliar os métodos de dimensionamento de acordo com a NBR (Norma Brasileira) 15527 Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis dos reservatórios e a viabilidade (VPL). Segundo literatura, a água é usada na maioria dos serviços de engenharia, sendo como componente no concreto, argamassa e na compactação de aterros e entre outros serviços. Como resultado, buscou-se a avaliação quantitativa volumétrica de água consumida, para o uso dos trabalhadores e para os serviços de construção civil, contribuindo com a previsão de consumo de água na obra e sustentabilidade. Gerando um custo de R\$ 3.217,06 reais para todo o sistema de captação do reservatório de 2000L, e para o reservatório de 5000 L um custo de R\$ 4.499,53 reais para todo o sistema de captação. Apesar da inviabilidade econômica desse projeto, pois o lucro através do sistema durante certo período de tempo não foi o suficiente para suprir a investimento inicial, considerado ineficiente para se adotar nas respectivas obras. Existem outras possibilidades para esse projeto tornar-se viável, por exemplo, através da área reservada para permeabilidade da água de chuva exigida em lei, construir um sistema de reservação e tratamento para futuro uso na edificação.

Palavras-chave: Captação de água de chuva, Canteiro de obras, Reservatório.



COLLECTION, STORAGE AND RAIN WATER USAGE OF NON-POTABLE WATER AT CONSTRUCTION SITES

Abstract: *This study was conducted for rainwater harvesting systems utilizing roofing, containers for its storage and its later use for non-potable purposes in two construction sites in the urban environment of Campo Grande - MS, Brazil. The study also aims to analyze water consumption in the sites studied. As a result, we searched volumetric quantitative assessment of water consumed by workers and for construction services through graphical analysis which contributed to water consumption forecast in the sites and improvement in its sustainability. Furthermore, we proposed and scaled a reservoir, through the methods of NBR 15527 Rainwater - Roofing Utilization in urban areas for non-potable purposes - Requirements with volumes between 2000 l and 5000 l for the analyzed enterprises. The 2000l tank's reservoir's whole capturing system generates a cost of R\$ 3,217.06 Brazilian Reais for, and the 5000 l tank generates a cost of R \$ 4,499.53 Brazilian Reais. Soon through the VPL, it was possible to analyze if the capturing becomes viable or not. Despite the economic infeasibility of the project because the profit through the system over a period of time was not enough to cover the initial investment, considered inefficient to adopt in their works . There are other possibilities for this project become feasible, for example, through the permeability of the area reserved for rain water required by law, to build a reservation system and processing for future use in the construction.*

Keywords: *Rain Water Capturing, Construction site, Reservoir.*

1. INTRODUÇÃO

A água está se tornando cada vez mais escassa, a disponibilidade tem diminuído em várias regiões do planeta. Atualmente, 748 milhões de pessoas ainda não tem acesso à água potável, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014). Com as tendências atuais de falta d'água, 1,8 bilhão de pessoas estarão vivendo em países ou regiões com escassez absoluta de água em 2025 (ONU, 2013).

O desenvolvimento do setor da construção civil, atrelado ao crescimento populacional, e o aumento no consumo de água, levando em consideração ainda a geração de efluentes líquidos e os resíduos sólidos, representa um aumento nos impactos negativo ligados ao setor.

Esse aumento na densidade populacional nos centros urbanos implica na construção de telhados, ruas pavimentadas, calçadas e pátios, aumentando a impermeabilização do solo. Com isso, grande parte da água que, em condições naturais, infiltraria recarregando os aquíferos e ficava retida pelas plantas, é encaminhada ao sistema de esgotamento pluvial destas áreas (TUCCI e GENZ, 1995; COHIM, 2008).

Segundo COHIM e KIPERSTOK (2008), para o manejo das águas pluviais de forma sustentável, é necessário aproveitar a água antes que ela entre em contato com substâncias contaminantes, armazenando-as para fins não potáveis, criando condições de infiltração do excedente, restaurando assim os fluxos naturais.

Um dos países que mais utiliza sistemas de aproveitamento de água pluvial além de promover estudos e pesquisas nessa área, é o Japão. Como exemplo, tem-se o caso de Tóquio, onde regulamentos do governo metropolitano obrigam que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m² (metro quadrado) utilizem mais de 100 m³ (metro cúbico) por dia de água para fins não potáveis, façam reciclagem da água de chuva e de água servida (água de lavatórios, chuveiros e



máquinas de lavar roupas). Além disso, a fim de evitar enchentes, devem ser construídos reservatórios de retenção de água de chuva em áreas de terrenos maiores de 10.000 m² (metro quadrado) ou em edifícios que tenham mais que 3.000 m² (metro quadrado) de área construída (TOMAZ, 2003).

Países como Estados Unidos, Austrália e Cingapura também estão desenvolvendo pesquisas referentes ao aproveitamento de água pluvial. Em 1992, iniciou-se sistema de uso de água de chuva no Aeroporto de Chagi, em Cingapura. A água pluvial captada nas pistas de decolagem e aterrissagem é coletada e utilizada para descarga dos banheiros, evitando transtornos com enchentes nas pistas. Essa iniciativa abriu caminhos para novas áreas de pesquisa de aproveitamento de águas pluviais nesses países. (GROUP RAINDROPS, 2002).

Com embasamento nisso, este trabalho trata de avaliar qual o melhor método para o dimensionamento de um reservatório para a armazenagem de água pluvial, além disso, também foi avaliado o VPL, voltado para estimativa de tempo para ressarcimento do investimento proposto, com o intuito de arquitetar reservatório para uso da água pós o término da construção. E ainda realizar a quantificação volumétrica de água consumida nas obras de Campo Grande – MS.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Campo Grande tem uma área de aproximadamente de 8.092,951 km² (quilometro quadrado), está geograficamente localizado na parte central do Estado de Mato Grosso do Sul, ocupando 2,27% da área total, se encontra nas proximidades das bacias dos rios Paraná e Paraguai. O clima predominante é do tipo de savana chuvoso tropical, caracterizado por má distribuição anual das chuvas, com a ocorrência bem definida de um período chuvoso durante os meses de verão (novembro-março) (OLIVEIRA et al., 2000). Na região, as chuvas são principalmente do tipo convectiva relacionado a uma intensidade de chuvas mais forte em períodos de duração mais curto, o que, com frequência, resulta em distribuições não normais no espaço e no tempo (HONER, 1993).

2.1 Caracterizações dos canteiros de obras

Os dois canteiros de obras em estudo, estão situados no ambiente urbano de Campo Grande, MS. Os canteiros de obras serão aqui denominados empreendimento 01 e empreendimento 02.

2.1.1 Empreendimento 01

O empreendimento 01 está localizado na Rua Fernando de Noronha, Vila Sobrinho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. O projeto prevê a construção do Pavilhão Comando do 9º Batalhão de Comunicações de Campo Grande/MS. A obra tem área total construída de 1.651 m².

A construção do empreendimento 01 teve o início de sua empreitada em dezembro de 2014, período em que houve a preparação do terreno e a construção das instalações provisórias, logo mais, em janeiro, houve a primeira etapa da parte estrutural, a fundação. Assim, com o andamento da obra, o seu término foi em março de 2016, com todos os acabamentos, pinturas e limpeza, finalizadas. Totalizando aproximadamente 1 ano e 4 meses de construção, para o pavimento térreo e o primeiro andar. Sua cobertura é em telha de fibrocimento com inclinação de 7%.

Como características das instalações de água no canteiro de obra, há o refeitório e as instalações hidrossanitárias. O tipo de fornecimento de água para o canteiro de obra é realizado pelos serviços prestados pela concessionária de água e esgoto (Águas Guariroba). Logo o consumo mensal analisado, obteve-se por meio das contas de água do canteiro, sendo o período analisado de dezembro de 2014 até o mês de setembro de 2015.



O empreendimento 01 teve o acompanhamento em média de 14 pessoas, entre os funcionários da própria construtora e funcionários contratados de empreiteiras, para a realização dos serviços.

2.1.2 Empreendimento 02

O empreendimento 02 está localizado na Rua Fernando de Noronha, Vila Sobrinho, nos fundos do condomínio Mello e Cáceres, também em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. O projeto prevê a construção do edifício Nacional Residencial de Subtenentes e Sargentos. A obra tem área total construída de 2048m².

A construção do empreendimento 02 teve seu início em novembro de 2014, período em que houve a preparação e limpeza do terreno, logo mais em janeiro começaram as escavações para atender a primeira etapa da obra, a fundação. Tendo o seu término em junho de 2016, com as pinturas, acabamentos e limpezas finalizadas. Totalizando aproximadamente 1 ano e 7 meses de construção, para o pavimento térreo e os três andares. Sua cobertura é em telha de fibrocimento com inclinação de 9% e 7%.

Como características das instalações de água no canteiro de obra 02, há refeitório e as instalações hidrossanitárias. O tipo de fornecimento de água para o canteiro de obra é realizado pelos serviços prestados pela concessionária de água e esgoto Águas Guariroba. Logo, o consumo mensal analisado, se obteve por meio das contas de água do canteiro, sendo o período analisado de novembro de 2014 até o mês de setembro de 2015.

O empreendimento 02 teve o acompanhamento em média de 15 trabalhadores, entre os funcionários da própria construtora e funcionários contratados de empreiteiras, para a realização dos serviços.

2.2 Água consumida no canteiro de obras

Segundo NETO (2013), o consumo diário por operário é de 45 litros por dia, não estando inclusa a refeição. E tomando como base este valor, foi realizada uma coleta de dados através de entrevistas com os responsáveis técnicos das respectivas obras, que informaram que os empreendimentos disponibilizam cerca de 70 litros por funcionário em um dia, o qual se tornou um consumo bastante relevante em um canteiro de obra.

Para o cálculo da quantidade volumétrica de água utilizada em cada canteiro de obra estudado, foi utilizada a proposta de PESSARELLO (2008), passando por seis etapas principais:

- Coleta dos dados relativos ao consumo de água: nesta etapa foi quantificado o consumo de água, mensalmente, tendo em vista que as contas de água são mensais, para maior facilidade na obtenção de dados;
- Levantamento dos dados de pessoal: foi apontada a quantidade de pessoas que esteve trabalhando no período de análise das decorrentes obras;
- Levantamento dos dados de canteiro: consistiu em fazer o levantamento das instalações provisórias presentes no canteiro, como exemplo a existência de refeitório, sanitários, vestiários, escritório, etc.
- Levantamento dos dados de serviço: dados obtidos dos diários mensais de obra, em relação a atividade construtiva realizada mensalmente;
- Organização dos dados: estes foram levantados e organizados cronologicamente através de planilhas do Excel, com montagem de gráficos para melhor visualização;
- Processamento e análise: após a conferência dos dados, foram gerados indicadores de consumo e correlações com os fatores considerados relevantes para a explicação do consumo de água de cada obra em estudo.



2.3 Métodos para o dimensionamento do reservatório

Para a avaliação dos métodos a serem utilizados nos canteiros de obra e posteriormente ser feito o dimensionamento do reservatório será utilizada a NBR 15527 (ABNT, 2007) Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Os métodos avaliados foram:

- Métodos de Rippl: Método que utiliza as séries históricas de dados de precipitações mensais ou diárias para o cálculo do reservatório, sendo que para séries mensais implicou em um reservatório de grande porte, assim utilizaram-se os dados mensais;
- Método Azevedo Neto: Método em que considerou apenas o volume de água aproveitável captado e o período de estiagem mensal;
- Método prático Alemão: Foi calculado em cima dos 6% do volume anual de consumo ou ainda por 6% do volume anual de precipitação aproveitável, adotando o menor valor do volume do reservatório;
- Método Prático Australiano: As perdas por evaporação e demanda mensal foram utilizadas. O cálculo do volume do reservatório foi realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

2.4 Precipitação

Todos os dados de precipitação foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para realização dos cálculos dos métodos da NBR 15527 para dimensionamento do reservatório, sendo necessária a utilização da precipitação média anual, observado de setembro de 2014 a setembro de 2015.

Os dados verificados são valores do coeficiente de Runoff, que apresenta uma relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado variando em relação à superfície de contato.

2.5 Demanda de água utilizada para limpeza das instalações e materiais do canteiro de obra

Os dados obtidos foram em relação ao mês de setembro para o empreendimento 01 e 02, pois foi considerado o mês mais crítico com 307m³ (metros cúbicos) e 180m (metros) de água consumida, respectivamente. E o consumo total para limpeza em cada empreendimento foi de 1920L e 3808L. Considerou-se que para a limpeza das duas instalações e dos materiais foi utilizado um balde plástico de 12L, destacando que a limpeza das instalações foi realizada duas vezes na semana e já os materiais foram limpos todos os dias, mas sendo retirado sábado e domingo.

2.6 Método para realização dos custos totais do sistema de captação

Para elaboração dos custos totais foi realizado um orçamento detalhado que se destaca através do levantamento quantitativo das duas principais etapas para construção do sistema de captação e dos materiais utilizado conforme descrito a seguir.

Para iniciação do levantamento orçamental dos quantitativos, foi calculada uma laje de concreto armado (2,5x 2,5) m com uma altura de 0,12 m, usada como base para suporta o peso da caixa d'água de polietileno cheia. O Fck (Resistência Característica do Concreto à Compressão) do concreto utilizado foi de 25 Mpa (Mega Pascal) do tipo usinado, sendo lançado e posteriormente sarrafeado. Foram utilizadas barras de aço com diâmetro de 6,3 mm (milímetros), comprimento de 2,50 m, mas sendo deixado um cobrimento dos lados de 0,025 m, resultando no comprimento das barras de 2,45 m e o espaçamento mínimo deixado entre as barras foi de 20 cm.

Para dar continuidade no orçamento, foram destacados os principais materiais utilizados na instalação do sistema, como: calha de PVC (Policloreto de Vinila) branco, cabeceiras de PVC, acoplamento de PVC, suporte metálico para calha, condutor de PVC branco, joelho de 45° de PVC,



junção simples de PVC, reservatório de polietileno e uma torneira de fecho rápido de plástico. O material de todo sistema foi de PVC, em relação ao baixo custo.

Terminado o levantamento dos quantitativos dos materiais e serviços utilizados no sistema de captação, foram feitos levantamentos de dados de preços unitários para os materiais e mão de obra através da planilha do Sindicato Intermunicipal da Indústria da Construção do Estado de Mato Grosso do Sul (Sinduscon/MS), com dados de referência do mês de setembro/outubro de 2015 da cidade de Campo Grande. Alguns materiais não foram encontrados na planilha do Sinduscon, então se realizou uma cotação de preços na cidade de Campo Grande, verificando materiais com preços mais acessíveis, onde já se inclui a mão de obra no custo.

Foi utilizada a equação (10) do Método Valor Presente Líquido (VPL) para verificar se o sistema de captação de água da chuva é viável ou não para se investir, conforme citado por Camargo (2007):

$$VPL = \sum FC_t (1+i)^{-t} - I_0 \quad (10)$$

Onde:

FC: Fluxo de caixa no período t;
t: Tempo em que o dinheiro será investido no projeto;
n: Número de períodos t;
i: Custo do capital
I₀ = Investimento Inicial.

Considerando: VPL < 0: O método não atrativo, pois sua taxa de renda é menor que a taxa de atratividade; VPL = 0: O investimento possui a mesma taxa de atratividade, não trazendo ganhos e nem perdas; VPL > 0: O investimento é economicamente atrativo, indica que o VPL supera as expectativas.

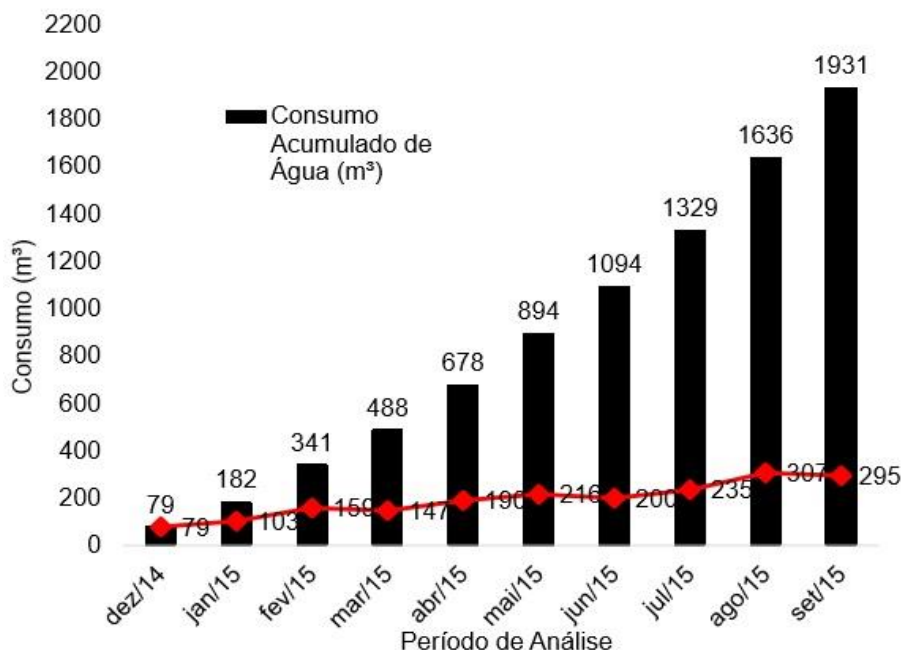
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Consumo mensal de água e acumulado

Através dos dados recolhidos foi possível desenvolver o consumo de água ao longo dos meses de produção em que as obras foram analisadas, podendo assim apontar qual foi o mês de maior consumo. Logo se pode definir também o consumo de água acumulado, dentro do período analisado em cada empreendimento.

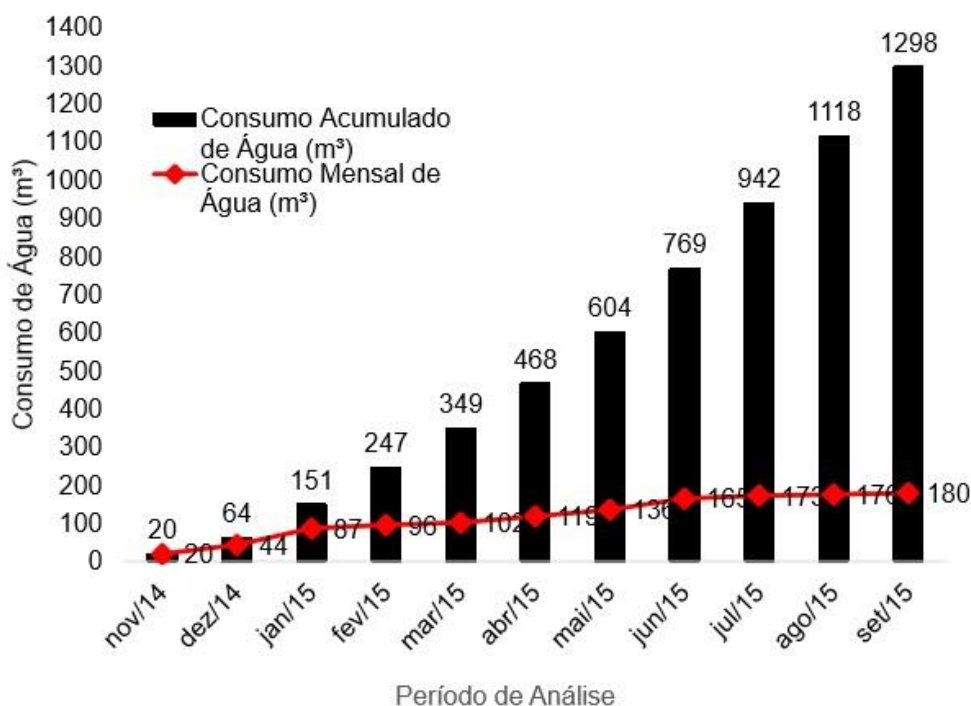
No empreendimento 01 os consumos apontados na figura 1 são referentes ao período de análise do mês de dezembro de 2014 até o mês de setembro de 2015, contabilizando, portanto, 10 meses de análise. A obra 01 apresentou um valor médio de consumo acumulado de 865,2 m³/mês de água durante os 10 meses de análise. Observou-se que a média de consumo foi de 195,1 m³/mês durante o período analisado. Observando o aumento do consumo conforme a obra estava evoluindo, tendo o seu consumo inicial de 79 m³, na etapa de preparação do terreno, até o último mês de análise com 295 m³. Analisando o consumo acumulado do empreendimento 01, o qual se encontrava com 62,5% das etapas de construção concluídas, observamos que o consumo acumulado parcial foi de 1.931m³ de água, em 10 meses de obra.

Figura 1- Consumo mensal e consumo acumulado no empreendimento 01.



No empreendimento 02, por meio dos cálculos elaborados, concluiu-se que a média foi de 118 m³/mês, podendo ser observado que houve um crescimento gradativo com o passar dos meses e das atividades construtivas realizadas em cada mês. Analisando o consumo acumulado, o qual se encontra com 57,9% das etapas de construção concluídas, observamos que o consumo acumulado parcial foi de 1.298 m³ de água e o consumo médio acumulado de 548,18 m³/mês de água. A figura 2 apresenta o consumo mensal e o consumo acumulado durante os 11 meses de análise.

Figura 2 – Consumo mensal e acumulado de água no empreendimento 02



3.1.2 Consumo mensal de água e mão de obra

Para o empreendimento 01 obteve-se uma média mensal de 14 trabalhadores. Observou-se que o número efetivo teve um aumento durante o período de execução da obra, passando de 5 trabalhadores na etapa de preparação do terreno no mês de dezembro de 2014, para 28 trabalhadores na etapa que está sendo executada a alvenaria, no mês de setembro. Tomando como base o consumo de 70 litros por funcionário dia, foi possível estimar a quantidade de água demandada para o consumo de água potável dos funcionários no canteiro de obra e a quantidade demanda para os serviços de engenharia. Observou-se que o consumo estimado por funcionários durante os meses aumenta com o passar do tempo e conforme o número de efetivo aumenta, e que o consumo de água em serviços executados no canteiro também aumenta com o passar dos meses e com a etapa construtiva que se encontra. Utilizando o mês de setembro devido ao maior número de funcionários, a estimativa de consumo dos funcionários foi de 49 (m³) e a estimativa de consumo dos serviços foi de 246 m³.

No empreendimento 02 observou-se que o número de pessoas aumenta gradativamente em concomitância com o consumo mensal de água do empreendimento 02. Ocorrendo uma média de 12 funcionários ao mês, para uma média de consumo de água de 118m³/mês. Temos que no início da obra em novembro de 2014, o canteiro contava com 5 trabalhadores e conforme as etapas de construção foi aumentado o número de efetivos também, chegando a 18 funcionários no mês de setembro. Tomando como base o consumo de 70 litros por funcionário dia, foi possível estimar a quantidade de água demandada para o consumo de água potável dos funcionários no canteiro de obra e a quantidade demanda para os serviços de engenharia. Utilizando o mês de setembro como exemplo, a estimativa de consumo dos funcionários foi de 31,5 m³ e a estimativa de consumo de serviços foi de 148,5 m³.

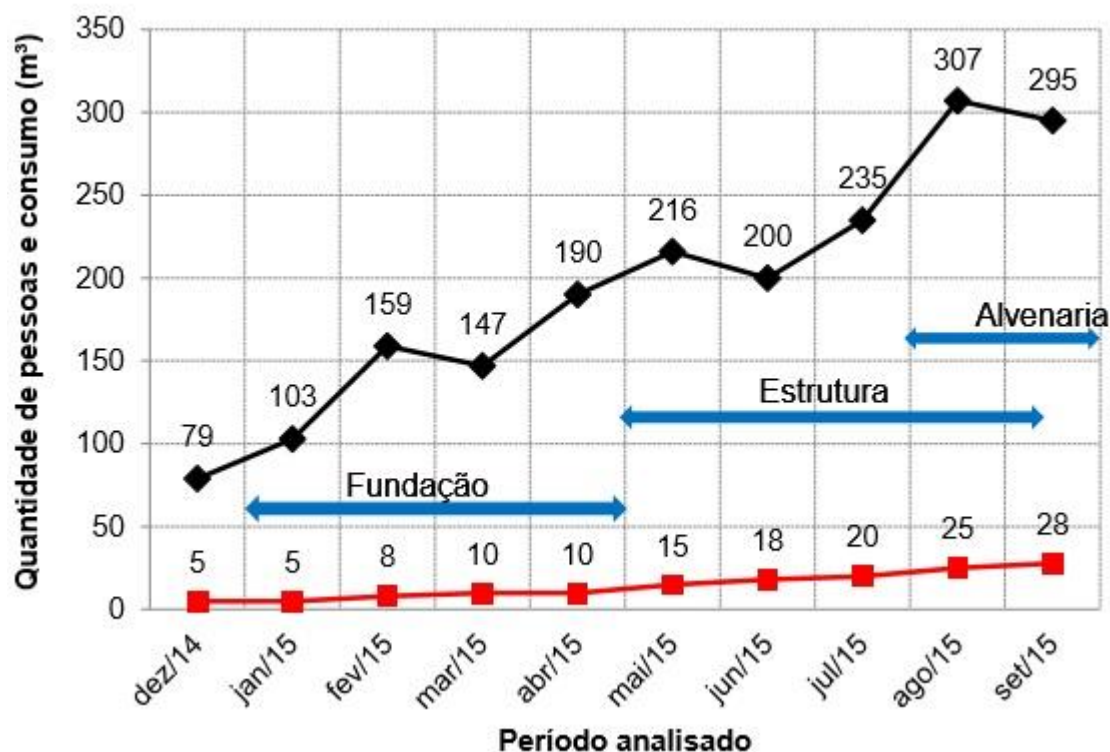
3.1.3 Consumo mensal de água e quantidade de funcionários confrontados com as etapas

Como foi adotado o consumo humano foi em torno de 70 litros por funcionário dia, vale a pena analisar as etapas construtivas realizadas durante o período de análise em relação ao consumo de água de cada empreendimento. Assim se torna possível a análise dos fatores relacionados ao aumento ou redução do consumo de água na construção tanto no condomínio de sargentos quanto na construção do pavilhão comando.

No empreendimento 01 o consumo de água teve seu aumento na etapa de fundação, a qual compete às escavações, a concretagem, o bloco de coroamento e a viga baldrame. Entre esse período de janeiro de 2015 a abril de 2014, nota-se um aumento de 103m³ para 190m³. Observa-se também que a maior demanda de água ocorre no mês de agosto, etapa em que se começa a alvenaria e ainda se dá continuidade na estrutura, fazendo com que o consumo chegue a 307m³ de água utilizada.

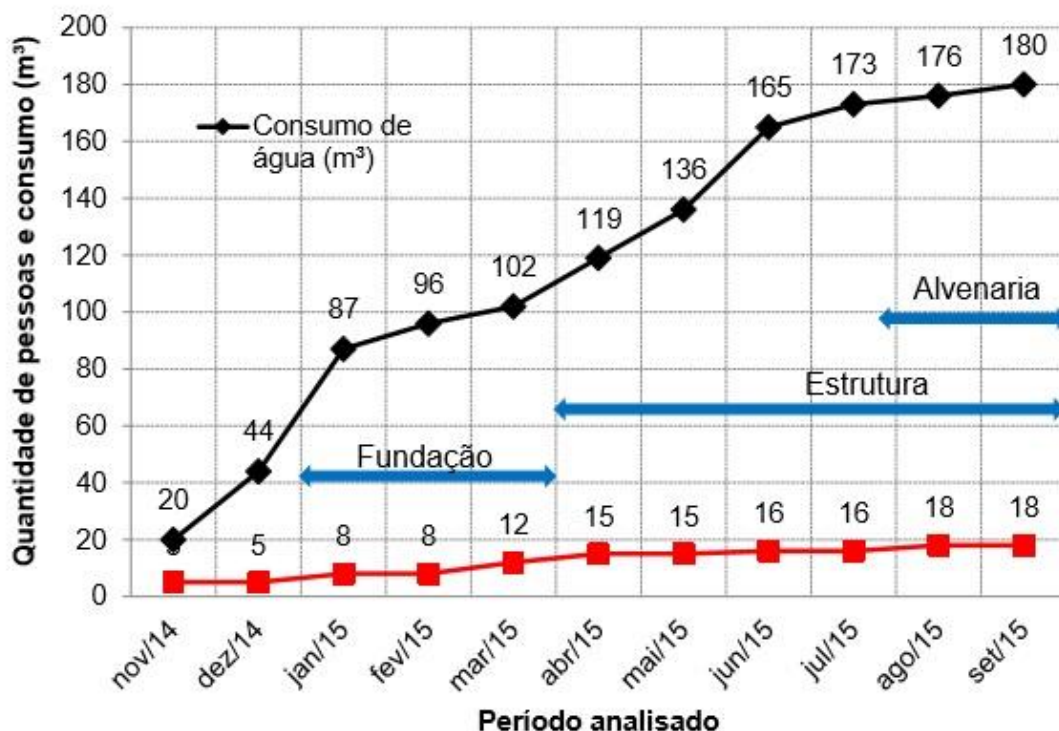
Os dados da Figura 3 se referem às etapas construtivas que foram realizadas em cada mês, com o respectivo efetivo e o consumo de água mensalmente. Vale ressaltar que as análises se deram até o mês de setembro de 2015, sendo as etapas executadas de laje de cobertura e da alvenaria.

Figura 3 – Quantidade de pessoas e consumo de água (m³) por mês x etapas construtivas.



No empreendimento 02 o consumo de água se eleva na fase da fundação. Observou-se também que a maior demanda de água ocorre no mês de setembro, etapa onde está sendo realizado o assentamento de alvenaria e ainda dando continuidade na execução da estrutura, fazendo com que o consumo chegue a 180 m³ de água utilizada. Os dados da figura 4 se referem às etapas construtivas que foram realizadas em cada mês, com o respectivo efetivo e o consumo de água mensalmente.

Figura 4 – Quantidade de pessoas e consumo de água por mês x etapas construtivas.



3.1.4 Análise geral dos resultados

Para a escolha do reservatório ideal, ou do reservatório que mais se encaixe nas condições físicas do canteiro, ou financeiras das empreendedoras, foram feitas algumas análises com diversos métodos já citados, obtendo diversos valores de volumes.

O custo é um grande influenciador na escolha do tamanho do reservatório a ser construído. No empreendimento 01, tem se um consumo maior no mês de agosto no total de 307 m³ e já no empreendimento 02 tem se um consumo maior no mês de setembro no total de 180 m³ de água tratada. Em relação ao valor de consumo total no mês de agosto e setembro dos dois empreendimentos, foi levado em conta para escolha do volume do reservatório somente o consumo gasto na limpeza das instalações e de materiais do canteiro de obra, que tem como consumo no empreendimento 01 de 1.920 L e no empreendimento 02 de 3.808 L (Litros).

Conforme Lopes, (2011), em um estudo de caso em um edifício em fase de acabamento para instalação de um sistema de captação de água da chuva para limpeza geral e rega jardins, dimensionando um reservatório de médio porte para não inviabilizar o sistema. Foi utilizado para cálculo o método de Rippl com os seguintes dados: área de captação de 980,35 m², demanda de 105,40 m³, precipitação de janeiro a dezembro de 2010, obtendo um volume de reservatório 92,84 m³. Sendo o projeto de um reservatório enterrado e permanente no local.

Através da avaliação do estudo de caso, obteve-se um reservatório de grande porte devido à dimensão da área de captação, podendo ser considerado, pois será permanente na obra, ao mesmo tempo inviável em relação ao custo do projeto devido a grande dimensão do reservatório, mas pode ser verificado que o método Rippl tem uma grande eficiência em dados, demonstrando de uma maneira mais clara os dados para o dimensionamento em relação aos outros métodos, porém não se torna viável devido aos grandes volumes encontrados em seus cálculos, como também é o caso do método prático Australiano.

Foi feita uma análise entre os outros métodos analisados, visando o volume de reservatório que mais seja compatível com a demanda em relação à limpeza das instalações e os materiais. Sendo considerado o melhor método para o empreendimento 01, o método Azevedo Neto com um volume de



1.501,76 L, sendo disponível no mercado um reservatório de 2000 L que será utilizado para suprir um demanda de 1.920 L e para o empreendimento 02 o método Prático Alemão com um volume de 5.184 L, sendo disponível no mercado um reservatório de 5000 L, que será utilizado para suprir uma demanda de 3.808 L.

3.1.5 Custos Totais do Sistema de Captação

Para o empreendimento 01 o custo do sistema de captação foi no valor de R\$ 3.217,06 reais para o sistema que tem como referencial um reservatório de polietileno com capacidade 2000 L e uma laje em concreto armado como base para suportar o peso da caixa d'água cheia de 2136,00 kg.

No empreendimento 02 o custo obtido foi no valor de R\$ 4.499,53 reais para o sistema que tem como referencial um reservatório de polietileno com capacidade 5000 L e uma laje em concreto armado como base para suporta o peso da caixa d'água cheia de 5075 kg. Para calhas foram utilizadas 5 barras, conforme o comprimento do telhado de 14,52 m.

3.16 Valores Presentes Líquidos (VPL) dos Sistemas

Foi dimensionado para o empreendimento 01 um reservatório com volume de 3m³ conforme a necessidade do empreendimento, levando em consideração o armazenamento de água durante um ano, pode ser obter um volume de 36 m³ que teve um custo lucrativo de R\$ 236,06 reais por ano. Conforme mostrado teve-se um investimento inicial no sistema de R\$ 3.217,06 reais, visando materiais de valores mais econômicos. Foi levado em conta um período de viabilidade de 6 anos, onde considerou-se 5 anos de garantia do reservatório conforme fabricante estabeleceu e 1 ano para o resto do sistema de captação (calha, condutores, suportes entre outros). Para uma taxa de atratividade foi utilizado um valor de mínimo de 12%. Somando os valores pode-se chegar num valor de VPL de R\$ - 2.010,46, verificando que o valor lucrado durante o período de 6 anos não foi maior que o investimento, sendo considerado não viável para o empreendimento 1. VPL <0.

Foi dimensionado para o empreendimento 02 um reservatório com volume de 5m³ conforme a necessidade do empreendimento, levando em consideração o armazenamento de água durante um ano, pode ser obter um volume de 60 m³ que teve um custo lucrativo de R\$ 386,76 reais por ano. Conforme mostrado teve-se um investimento inicial no sistema de R\$ 4.499,53 reais, visando materiais de valores mais econômicos. Foi levado em conta um período de viabilidade de 6 anos, onde considerou-se 5 anos de garantia do reservatório conforme fabricante estabeleceu e 1 ano para o resto do sistema de captação (calha, condutores, suportes entre outros). Para uma taxa de atratividade foi utilizado um valor de mínimo de 12%. Somando os valores pode-se chegar num valor de VPL de R\$ - 2.522,64, verificando que o valor lucrado durante o período de 6 anos não foi maior que o investimento, sendo considerado não viável para o empreendimento 2. VPL <0.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do levantamento da quantidade de funcionários, levantamento das instalações provisórias e levantamento dos dados de serviços, foram gerados indicadores de consumo e correlações com os fatores de avaliação de métodos a serem utilizados nos canteiros e posteriormente foi feito o dimensionamento dos reservatórios. Onde o consumo de água foi maior no serviço de alvenaria durante o mês de agosto de 2015, de 307 m³ e de 79 m³ em dezembro de 2014 na fase de fundação com menor consumo, de acordo com as conta de água do canteiro no empreendimento 1. No



empreendimento 2 o maior consumo foi de 180 m³ no serviço de cura das lajes em setembro, e menor consumo nos serviços iniciais em novembro de 2014 com consumo de 20m³..

O trabalho foi embasado no método do Valor Presente Líquido (VPL) que demonstra a viabilidade econômica do investimento, porem, concluiu-se que os sistemas não são viáveis financeiramente, pois o lucro através do sistema durante o período de estudo em cada obra não foi suficiente para suprir o investimento inicial. Apesar de ser inviável nesses casos, isso traz benefícios não só para quem o adota, mas também para as gerações futuras, tanto que já existem em algumas cidades leis que obrigam as novas construções a adotarem essa medida, como o caso de Curitiba (Lei no 10.785 de 18 de setembro de 2003).

Em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, segundo a Lei de Ordenamento de Uso e Ocupação do Solo (LOUOS), a taxa de permeabilidade deve ser de 12,5% em toda a cidade, exceto no centro (10%). Nos empreendimentos unirresidenciais com área construída igual ou superior a 150 m² (cento e cinquenta metros quadrados) deverão ser executadas caixas de captação de águas pluviais com volume mínimo de 1.000 L (mil litros) de água, as quais podem ser usadas para complementar o atendimento da taxa de permeabilidade prevista nesta Lei Complementar; (NR) (Lei Complementar n. 186, de 12 de dezembro de 2011).

A adoção desse sistema visa principalmente a economia de água, o que ajuda diretamente no retardamento da escassez da mesma. Além disso, possibilita reter a água na bacia hidrográfica, o que aumenta a disponibilidade de água da região, promovendo a recarga de aquíferos. Evita problemas de erosão, alagamentos e enchentes nos pontos mais baixos da bacia hidrográfica, diminuindo os riscos de desastres.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ABNT (2007). NBR 15527: **Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos**. Rio de Janeiro. 11p.

Livros

COHIM, E.; KIPERSTOK, A. **Racionalização e reuso de água intradomiciliar. Produção limpa e eco-saneamento**. In: KIPERSTOK, Asher (Org.) **Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia**. Salvador. 2008.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

NETO, João C. P. **Estudo do plano logístico do canteiro de obras para atendimento dos recursos básicos nas frentes de trabalho**. 2013, 67f. Monografia de Graduação Engenharia Civil, Departamento de construção civil de Escola Politécnica da UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

PESSARELLO, Regiane Grigoli. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores**. 2008. 111 f. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão Na Produção De edifícios) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Internet

HONER, Michael R. **Precipitação pluviométrica na região de Campo Grande, MS: uma análise do período 1970-1991**, EMBRAPA-CNPQC. n.53, p.4-46, 1993. Disponível



em:<<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/bovinodecorte/doc/doc53/doc53.pdf>>Aces sado em: 31 mar. 2015.

OLIVEIRA, Alessandra G.; FALCÃO, Alda L.; BRAZIL, Reginaldo P. Revista de Saúde Pública, **Primeiro encontro de Lutzomyialongipalpis (Lutz & Neiva, 1912) na área urbana de Campo Grande, MS, Brasil.** v.34, n.6, p. 654-655, 2000. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v34n6/3581.pdf>>. Acessado em: 31 mar. 2015.

OMS: 748 milhões de pessoas não têm acesso à água potável no planeta. Agência Brasil, Brasília, 19 nov. 2014. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2014-11/oms-748-milhoes-depessoas-nao-tem-acesso-agua-potavel-no-planeta>>. Acessado em: 16 mar. 2015.

ONU BR, Brasília, 23 mai. 2013. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/alertando-para-escassez-de-agua-doce-onu-pede-esforcosglobais-para-protoger-recursos-naturais/>>. Acessado em: 16 mar. 2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva.** ed. 2º. São Paulo: Navegar. 2003

TUCCI, Carlos E.M. **Gerenciamento da drenagem urbana, Revista Brasileira de Recursos Hídricos;** v.7, n.1, p. 5-27, Alegre, RS, 2002. Disponível em: <<http://rhama.net/download/artigos/artigo15.pdf>>. Acessado em: 31 mar.2015.