

**ISABELLA BARBOSA FLAVIO
TATIANA SAYURI HIGUCHI ESASIKA
YOLANDA CALDERARO DE ALMEIDA SANTOS**

**GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA EM CANTEIROS DE OBRAS DE
EDIFÍCIOS**

**SÃO PAULO
2015**

**ISABELLA BARBOSA FLAVIO
TATIANA SAYURI HIGUCHI ESASIKA
YOLANDA CALDERARO DE ALMEIDA SANTOS**

**GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA EM CANTEIROS DE OBRAS DE
EDIFÍCIOS**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito dos Cursos de
Engenharias Ambiental e Civil.

Orientador:
Prof. Dr. Flávio Leal Maranhão

**SÃO PAULO
2015**

Catalogação-na-publicação

Flávio, Isabella Barbosa

Gestão da demanda de água em canteiros de obras de edifícios / I. B.
Flávio, T. S. H. Esasika, Y. C. A. Santos -- São Paulo, 2015.
105 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental.

1. Demanda de água 2. Canteiro de Obra 3. Gestão da demanda de água 4. Indicadores de consumo 5. Setorização I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental II.t. III. Esasika, Tatiana Sayuri Higuchi IV. Santos, Yolanda Calderaro de Almeida

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador, Flávio Maranhão, por toda a paciência que teve ao longo desses meses conosco, como também por toda a atenção dada, que foi de extrema importância para o desenvolvimento desse trabalho.

À Escola Politécnica da USP por todo o conhecimento que nos foi passado desde o início de nossos estudos de Engenharia, e que com certeza, nos preparou da melhor forma possível para a vida profissional.

À equipe de sustentabilidade do empreendimento Ilha Pura, por nos receber tão bem e ter aceitado contribuir com nossa pesquisa, fornecendo todos os dados e informações pertinentes ao tema em questão. E também a todos os funcionários com os quais conversamos e fizeram com que nossa visita técnica fosse produtiva.

Aos nossos familiares e amigos, por todo o carinho e apoio dados em todos os momentos.

RESUMO

Brasil: um país da América do Sul com uma infinidade de recursos naturais, porém um de seus recursos mais abundantes está em escassez. Desde 2014, a mídia trata de um só problema: a falta de água. Sendo assim, o trabalho aqui em questão trata da gestão do consumo de água. Mais precisamente sobre a questão do uso de água em canteiros de obra.

O começo do trabalho se dá na busca dentre as maiores empresas de construção do mundo e sua preocupação com uma consciência ambiental. Percebeu-se então uma falta de rigor e transparência, onde as empresas dificilmente divulgam dados quantitativos e concretos, mais com um intuito comercial. Isso instigou ainda mais a elaboração desse trabalho.

Dentro desse panorama geral, o trabalho foca na gestão de consumo de água em canteiro de obras de edifícios, por ser uma área potencial para comparar os diferentes estágios de construção. Inicialmente buscamos aqueles trabalhos que tivessem o consumo de água monitorado durante o processo de construção de um edifício. Com base nessa ideia procuramos canteiros de obras que atendessem a esse critério, no entanto, enfrentou-se algumas dificuldades como o problema de que a maioria dos canteiros de obras não realizam esse tipo de monitoramento com seu consumo de água e também pela dificuldade de entrar em contato com os responsáveis pelos canteiros que pudessem auxiliar-nos e fornecer os dados que tornassem possível o nosso estudo dentro do Estado de São Paulo. Então foi necessário que se ampliasse nossos horizontes e obtivemos um resultado satisfatório.

Dentre nossas pesquisas, nosso grupo obteve a autorização para realizar os estudos no projeto Ilha Pura na cidade do Rio de Janeiro, uma obra importante por ser uma estrutura de apoio a um evento de peso, os Jogos Olímpicos e Paraolímpicos. Tivemos, então, a oportunidade de visitar o empreendimento, discutir com os gestores ambientais responsáveis pela obra e coletar dados pertinentes aos nossos objetivos.

Neste documento, procuramos detalhar a metodologia adotada, os métodos existentes para o controle e redução do consumo de água no canteiro de obras e, por fim, analisar os dados referentes a Ilha Pura.

ABSTRACT

Brazil: South American country which presents a huge number of natural resources, but whose one of them is actually in short supply. Since 2014, medias don't stop talking about that: the lack of water. It is in this way that we naturally headed for the consumption water management. Our group, tried to combine considerations of worksite production with the water issue.

First of all, in this paper, we looked for some information about the worldwide construction corporations and their concerns about the sustainable development. Not only did we understand that few of them present an annual report, but moreover, most of them only display target percentages rather than real figures. This lack of rigor and transparency encouraged us to stay on this arduous topic.

We focused our project on buildings, because it's an easier area to compare the data and the construction stages are more distinct. At the beginning, the idea was to find a water consumption monitored construction sites, and supplemented if possible, sector-based. However, we faced some difficulties: few construction sites really carry out this kind of survey and it is really hard to get in touch with the site managers. Therefore, we expanded the researches in the neighboring states but few finds got results.

Among those researches, our group finally got the authorization to study the *Ilha Pura* project at Rio de Janeiro. We had the chance to visit this huge construction site, discuss with the environment managers of the construction company and collect some important analytical data.

In this document, we will give sufficient details on the used methodology, what are the existing methods which control or reduce the water consumption on constructions sites, and finally we will deal with the *Ilha Pura* data.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uso global da água e população global.....	19
Figura 2 - Demanda de água por micro bacia no Brasil.....	21
Figura 3 - Esquema de medição setorizada associado à telemedição	37
Figura 4 - Localização do bairro Ilha Pura	39
Figura 5 - Visita Ilha Pura (06.04.2015)	41
Figura 6 - Mapa do empreendimento.....	41
Figura 7 - Layout da setorização do canteiro de obras	42
Figura 8 - Cronograma da obra do Ilha Pura	97
Figura 9 - Hidrômetro com transmissor RF.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão de fases para uma obra	28
Tabela 2 - Fases de execução do Ilha Pura	30
Tabela 3 - Preços cobrados pela SABESP para consumidores residenciais e industriais (2015).....	31
Tabela 4 - Preços cobrados pela CEDAE para consumidores domiciliares e industriais segundo a localidade	31
Tabela 5 - Identificação dos componentes presentes na setorização	43
Tabela 6 – Indicador $m^3/1.000\ Hht$ para três construtoras.....	62
Tabela 7 - Indicador $m^3/1.000\ Hht$ para o Ilha Pura.....	62
Tabela 8 - Somatória dos valores dos indicadores referente ao Ilha Pura.....	63
Tabela 9 – Indicador acumulado m^3/m^2 para seis obras	63
Tabela 10 - Indicador acumulado m^3/m^2 para o Ilha Pura.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Emissão de CO ₂ equivalente durante o tempo de uso de acordo com o consumo de concreto e de energia	22
Gráfico 2 - Histograma de efetivos durante o período de junho/12 a agosto/15 no Ilha Pura	44
Gráfico 3 – Tipos de relatórios divulgados pelas empresas.....	45
Gráfico 4 - Dados referentes ao consumo de água pela empresa.....	47
Gráfico 5 – Relatórios divulgados pelas empresas e dividida por níveis	48
Gráfico 6 - Número de efetivos presentes na obra e o consumo de água no Ilha Pura.....	52
Gráfico 7 - Número de efetivos e os demais consumos na obra do Ilha Pura	53
Gráfico 8 - Consumo de água pelos efetivos relativos ao vestiário, refeitório e cozinha.....	54
Gráfico 9 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht por condomínio.....	55
Gráfico 10 - Evolução do indicador m ³ /m ² construído por condomínio	56
Gráfico 11 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht por condomínio considerando o início da obra no Mês 1	57
Gráfico 12 - Evolução do indicador m ³ /m ² construído por condomínio considerando o início da obra no Mês 1.....	57
Gráfico 13 - Evolução do indicador m ³ /1.000 hht do Condomínio 3.....	59
Gráfico 14 - Variação do indicador m ³ /1.000 Hht para todos os condomínios	60
Gráfico 15 - Precipitação e o consumo de água mensal para o Ilha Pura	61
Gráfico 16 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht do Condomínio 1	100
Gráfico 17 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht do Condomínio 4	100

Gráfico 18 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht do Condomínio 5	101
Gráfico 19 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht do Condomínio 7	101
Gráfico 20 - Evolução do indicador m ³ /1.000 Hht do Condomínio 9	102
Gráfico 21 - Variação do indicador m ³ /1.000 Hht na fase de Meso para todos os condomínios	103
Gráfico 22 - Variação do indicador m ³ /1.000 Hht na fase de Estrutura para todos os condomínios	103
Gráfico 23 - Variação do indicador m ³ /1.000 Hht na fase de Fachada para todos os condomínios	104
Gráfico 24 - Variação do indicador m ³ /1.000 Hht na fase de Acabamentos para todos os condomínios	104
Gráfico 25 - Variação do indicador m ³ /1.000 Hht na fase de Embasamento para todos os condomínios	104

LISTA DE ABREVIAÇÕES

ANA	Agência Nacional de Águas
CMADU	Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DILAM	Diretoria de Licenciamento Ambiental
ENR	<i>Engineering News-Record</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira

NR	Normas Regulamentadoras
ONU	Organização das Nações Unidas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PURA	Programa de Uso Racional da Água
QSMS	Qualidade, segurança, meio ambiente e saúde
RF	Rádio Frequência
TCU	Tribunal de Contas da União
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

m^3/s Vazão

m^3/m^2 Metro cúbico por metro quadrado

$kWh/m^2/mês$ Quilowatt por metro quadrado por mês

m^3 Metro cúbico

$m^3/mês$ Metro cúbico por mês

m^2 Metro quadrado

km Quilômetro

Hht Homens Hora Trabalhada

mm Milímetro

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE GRÁFICOS	9
LISTA DE ABREVIAÇÕES	11
LISTA DE SÍMBOLOS	13
SUMÁRIO	14
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO.....	17
1.1. Preocupação com a questão da água.....	18
1.2. Problemática da água no Brasil	20
1.3. Construção sustentável.....	21
1.4. Objetivo	23
1.5. Metodologia.....	23
a) Fundamentação teórica	23
b) Definição do estudo de caso	23
c) Panorama global da preocupação da questão da gestão da água nas empresas construtoras.....	24
d) Análise de dados.....	25
1.6. Estrutura do trabalho.....	26

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1. Fases de execução de uma obra	28
2.2. Tipos de fornecimentos de água para obras	30
2.2.1. Fornecimento pela concessionária	30
2.2.2. Caminhão-pipa	32
2.2.3. Poços	33
2.2.4. Fornecimentos alternativos	34
a) Água Pluvial.....	34
b) Aproveitamento de água do rebaixamento de lençol freático	34
2.3. Demanda de água no canteiro de obras	35
2.3.1. Uso humano	35
2.3.2. Uso em processos produtivos	36
2.4. Gestão da demanda de água.....	36
2.4.1. Medição setorizada	37
2.4.2. Parâmetros de Controle	38
3. ESTUDO DE CASO - ILHA PURA.....	39
3.1. Caracterização do Ilha Pura.....	39
3.2. Visita técnica ao canteiro de obras	40
3.3. Estudo de Campo	42
4. ANÁLISES E RESULTADOS.....	45
4.1. Análise das Construtoras	45
4.1.1. Enfoque no Brasil	48
a) Construtora Norberto Odebrecht	49
b) OAS S.A.	50

c) Construtora Andrade Gutierrez S.A.	50
4.2. Análise de dados do estudo de caso - Ilha Pura	51
4.2.1. A influência da quantidade de efetivos sobre o consumo de água.....	51
4.2.2. A evolução do consumo de água em relação ao número de horas trabalhadas e ao avanço físico.....	54
4.2.3. A avaliação do consumo de água em cada fase da execução da obra.....	58
4.2.4. A influência da precipitação sobre o volume de água consumido.....	60
4.2.5. Comparativo com indicadores de diferentes obras	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
Proposta	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
APÊNDICE A – RELAÇÃO DAS MAIORES EMPREITEIRAS SEGUNDO A ENR.....	75
APÊNDICE B – PRÊMIO ODEBRECHT PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (EDIÇÃO 2015)	81
APÊNDICE C – CRONOGRAMA DA OBRA DE ILHA PURA.....	97
APÊNDICE D – SISTEMA DE MEDAÇÃO SETORIZADA – ILHA PURA	98
APÊNDICE E – EVOLUÇÃO DOS INDICADORES PARA CADA CONDOMÍNIO	100
APÊNDICE F – VARIAÇÕES DOS INDICADORES PARA CADA FASE	103
ANEXO A – USO HUMANO	105

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A humanidade encontra-se em um período de grandes desafios. O aumento de bem-estar, proporcionado pelo vigoroso crescimento econômico mundial ocorrido no século XX, é ameaçado por alterações ambientais ocorridas, em grande parte, pelas externalidades das próprias ações humanas (IPEA, 2010). Tal contexto cria um desejo de mudança e de busca por algo novo por parte da população mundial com objetivo de preencher essa lacuna.

Segundo Tachizawa (2005), a exigência por parte da sociedade, órgãos ambientais e do governo fazem com que as empresas foquem não somente questões econômicas, mas também aspectos sociais e políticos em seus processos decisórios.

Diante dessa exigência surge a chamada "responsabilidade socioambiental", que é a estratégia que consiste em uma série de medidas, adotadas pelas empresas de alguns setores, que visam uma atuação mais consciente e que gere menos impactos negativos à sociedade e ao meio ambiente.

O setor da construção civil brasileira, por sua vez, ainda apresenta um grande desafio por parte das empresas participantes da sua cadeia no quesito meio ambiente uma vez que ainda se faz necessário grandes intervenções para o aprimoramento da infraestrutura e redução do déficit habitacional e infraestrutura para transporte, comunicação, abastecimento de água, energia, saneamento, atividades comerciais e industriais.

Como consequência constata-se uma menor disseminação de práticas de sustentabilidade por parte das empresas construtoras, ficando as principais ações restritas aos fabricantes de materiais como cimento (Iniciativa para a Sustentabilidade do Cimento – CSI¹), vidro (Cebrace²) e aço (Projeto ULCOS³).

1.1. Preocupação com a questão da água

Em 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou o documento “Declaração Universal dos Direitos da Água” (IFRAH, 1992), que declara, entre outros, que: “A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis” (CBCS, 2014).

Um dos grandes motivos para essa preocupação é que a água é um recurso essencial na produção da maioria dos bens e serviços, incluindo alimentos, energia e produtos manufaturados. O abastecimento de água (em quantidade e qualidade), para suprir a demanda dos usuários, deve ser confiável e previsível, para apoiar investimentos financeiramente sustentáveis em atividades econômicas (UNESCO, 2015). Infelizmente, a população mundial ainda não vive nessa realidade. Clarke e King (2005) afirmam que “o abastecimento de água no mundo está em crise” e que, com o crescente aumento da população e de suas necessidades, cada vez haverá menor quantidade de água disponível por pessoa.

A Terra pode ser considerado como planeta da água, mas 97% desse recurso se encontra nos mares e nos oceanos. O restante está, em sua maioria, retido nos gelos da Antártida ou em camadas profundas do subsolo, deixando disponível então,

¹ É o contributo de dez importantes empresas cimenteiras, em conjunto com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), para o movimento que visa permitir alcançar um desenvolvimento sustentável. Retirado do site http://www.wbcsdcement.org/pdf/agenda_po.pdf. Disponível no 25 de novembro de 2015.

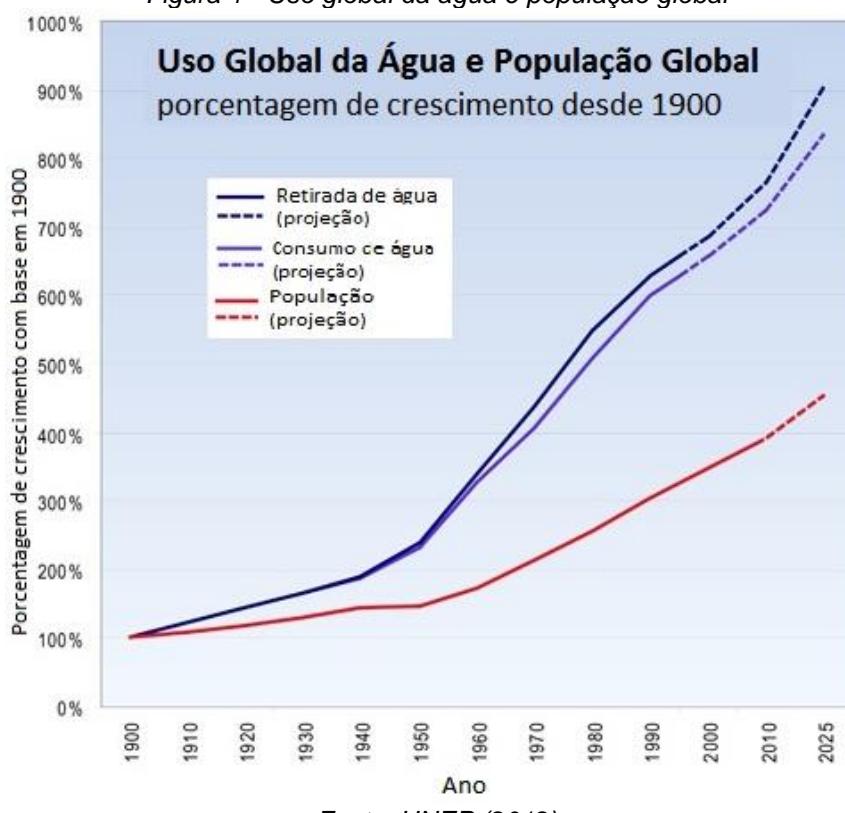
² A Cebrace é fruto de uma *joint-venture* entre dois dos maiores grupos produtores de vidro plano do mundo: a Saint-Gobain (França) e a NSG (Japão) com um compromisso com a preservação do planeta e as futuras gerações, não só investindo no desenvolvimento de produtos sustentáveis, mas buscando constantemente soluções de baixo impacto ambiental em seus processos produtivos. Disponível em: <http://www.cebrace.com.br/v2/cebrace>. Acesso em 29 de novembro de 2015.

³ Uma iniciativa da indústria do aço europeia para diminuir as emissões de poluentes retirado do site: http://www.ulcos.org/en/about_ulcos/home.php. Acesso em 28 de novembro de 2015.

em lagos e rios de água doce de acesso fácil, menos de 1% para o consumo humano. Tal quantidade seria suficiente para que o ser humano vivesse de maneira digna, caso não fosse tão mal administrada (PNUD, 2006).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2000), apenas 82% da população mundial tem acesso a água com qualidade e segurança de fornecimento. A demanda hídrica global é fortemente influenciada pelo crescimento da população, pela urbanização, pela política de segurança alimentar e energética, e pelos processos macroeconômicos. Em 2050, prevê-se um aumento de demanda hídrica mundial em 55%, em comparação com o ano 2000, principalmente devido à crescente demanda do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoelétrica e dos usuários domésticos (UNESCO, 2015). A Figura 1 (UNEP, 2012) traz o comparativo entre a taxa de crescimento da demanda por água e a taxa de crescimento da população.

Figura 1 - Uso global da água e população global



Fonte: UNEP (2012)

Caminhos de desenvolvimento não sustentável e falhas governamentais têm afetado a qualidade e a disponibilidade das fontes de água, comprometendo a capacidade delas de gerar benefícios econômicos e sociais e aumentando o risco de uma severa e progressiva falta de água (UNESCO, 2015).

1.2. Problemática da água no Brasil

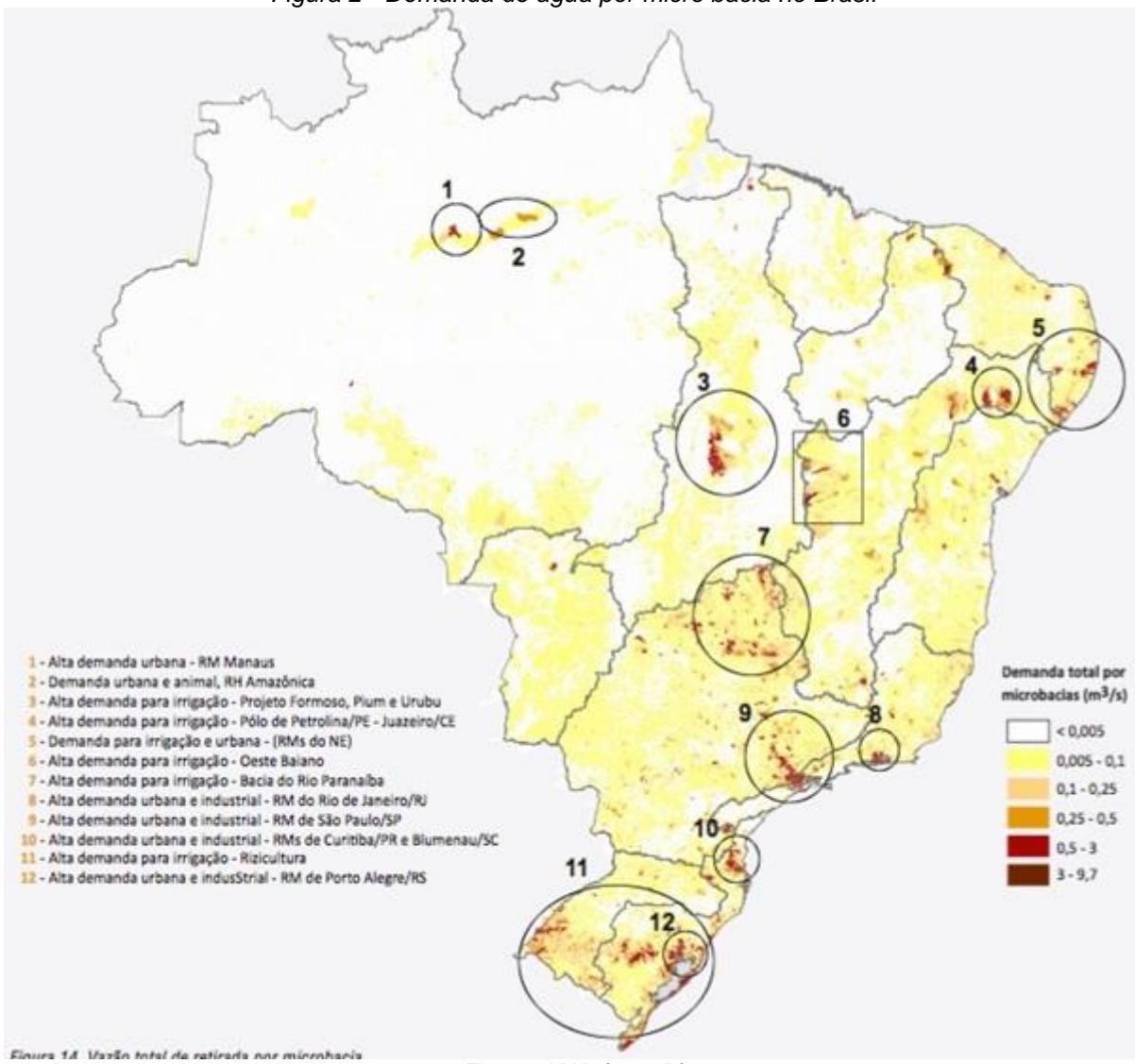
O Brasil apresenta uma disponibilidade hídrica per capita acima da observada na maior parte dos países informados pela ONU. Entretanto, apesar desse aparente conforto, existe uma distribuição desigual dos recursos hídricos no território brasileiro (ANA, 2013) fazendo com que problemas de abastecimento sejam constantes em muitos aglomerados urbanos em todo o país.

A disponibilidade hídrica superficial no país é de 91.300 m³/s e a vazão média equivale a 180.000 m³/s. A distribuição dos recursos hídricos superficiais, entretanto, é bastante heterogênea no território brasileiro: enquanto nas bacias junto ao Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população total, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos do país, na região Norte, onde vivem apenas cerca de 5% da população brasileira, estes recursos são abundantes (aproximadamente 81%). A disponibilidade hídrica subterrânea (reserva explorável) no país corresponde a 11.430 m³/s (ANA, 2014a).

Desde 2012, observa-se uma gradativa e intensa redução nos índices pluviométricos em algumas regiões do País. Esse fenômeno climático tem prejudicado de forma significativa a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro e nas regiões metropolitanas mais populosas e com maior demanda hídrica. São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte apresentam os casos mais notórios, agravados pelas chuvas de 2014 que foram especialmente anômalas na Região Sudeste. Levando em consideração apenas estações com mais de 50 anos de dados, verificou-se que em 25% a chuva desse ano ficou entre as 3 piores registrados. No estado de São Paulo o número sobe para 50%, sendo que em 30% o evento foi o mais seco já registrado (ANA, 2014b).

A Região Sudeste apresenta algumas bacias hidrográficas com problemas de criticidade mais relacionados à alta demanda e à poluição hídrica (principalmente devido ao lançamento de cargas orgânicas nos cursos d'água) do que a fatores naturais relacionados a disponibilidade hídrica. Esta é uma consequência direta da maior concentração populacional existente na região – 42% da população brasileira reside na região, e desse montante, 92% encontra-se em áreas urbanas (ANA, 2014b). Na Figura 2 é possível ver a vazão total que é retirada de cada bacia, e onde estão os pontos mais críticos.

Figura 2 - Demanda de água por micro bacia no Brasil



1.3. Construção sustentável

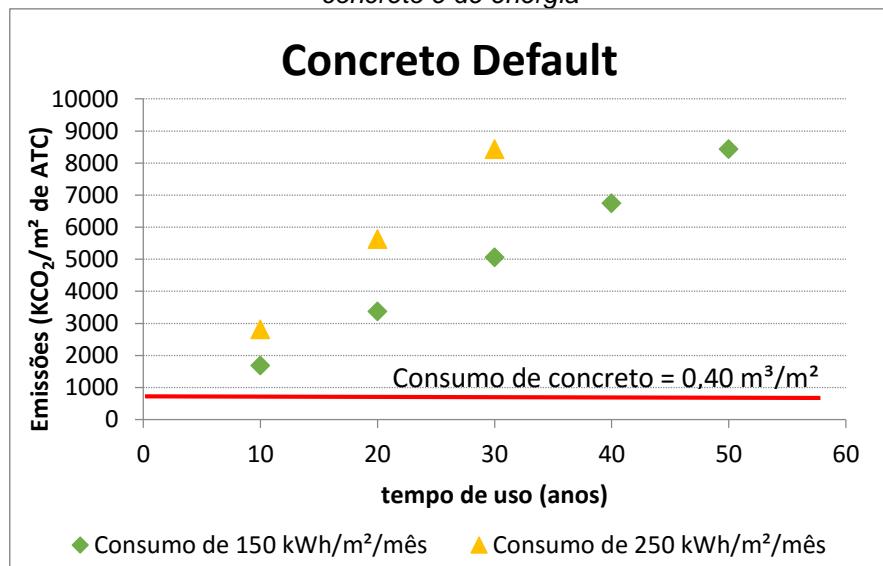
Hoje em dia, a discussão sobre a temática da construção sustentável está cada vez mais em pauta entre os consumidores, acadêmicos e profissionais do ramo da construção civil. Mesmo diante da pior crise hídrica dos últimos 84 anos⁴, que tem afetado uma grande parcela da população brasileira, o enfoque das soluções sustentáveis aplicáveis à construção civil, quando se trata do uso da água, muitas vezes se restringe à fase de operação dos empreendimentos, ou seja, todas as medidas que são implantadas com o objetivo de se reduzir o consumo de água ou

⁴ Dado retirado do site <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/01/1579680-regiao-sudeste-vive-a-pior-crise-hidrica-em-84-anos-afirma-ministra.shtml>. Disponível no 12 de junho de 2015.

senão induzir um uso consciente desse recurso estão presentes, em sua maioria, no contexto da obra já finalizada e operando.

Esse tipo de abordagem deriva das avaliações do consumo de energia preconizados pela certificação LEED e para a realização do inventário de gases de efeito estufa. Destaca-se, porém, que devido a realidade brasileira as emissões de CO₂ equivalente durante a fase de construção chega a ser superior aos 30 anos iniciais da fase de uso sempre que o consumo de concreto for superior a 0,40 m³/m² de área construída e o consumo de energia elétrica seja inferior a 150 kWh/m²/mês (Gráfico 1). Para o caso da água ainda não se tem uma avaliação mais precisa.

Gráfico 1 - *Emissão de CO₂ equivalente durante o tempo de uso de acordo com o consumo de concreto e de energia*



Fonte: Elaborado pelos autores

Dado esse enfoque da aplicação de soluções sustentáveis citado acima, julga-se necessário que a preocupação com a questão do consumo de água em canteiros de obras se estenda para a fase de execução do empreendimento em construção. Dessa forma, durante a execução das atividades no canteiro é ideal que exista um sistema de gestão de demanda de água que monitore o uso humano e o uso para a execução das atividades da obra, e dessa forma seja possível criar um banco de dados que possa ser utilizado para a determinação de valores de indicadores de consumo da água apropriados para a análise do desempenho do canteiro de obra em relação ao uso d'água.

1.4. Objetivo

O objetivo principal do estudo do trabalho é verificar a eficiência da implantação de um sistema de gestão de demanda de água em um canteiro de obra e propor indicadores de eficiência para a fase de construção.

Além disso, pode ser elencado também como objetivo do trabalho a elaboração de um mapa global com relação a importância da temática de água para as empresas construtoras (*general contratos*).

1.5. Metodologia

Para se atingirem os objetivos estabelecidos para o trabalho, optou-se por dividi-lo nas seguintes etapas: definição do estudo de caso, fundamentação teórica, traçado do panorama global da preocupação com a questão da água, análise de dados, conclusões e proposta. Cada uma delas é abordada a seguir.

a) Fundamentação teórica

Para a definição dos elementos pertinentes à pesquisa, como as fases de execução da obra de um edifício, conceituações teóricas sobre a setorização, quais os principais consumos de água num canteiro de obras, entre outros. Constitui-se basicamente da busca por artigos, normas técnicas, trabalhos e quaisquer. Entretanto percebeu-se uma grande carência de trabalhos que tivessem como foco o consumo de água em canteiros de obras, propriamente dito. Foi necessário então a utilização de outros documentos que pudessem conter como conteúdo temas correlatos.

b) Definição do estudo de caso

O estudo de caso é desenvolvido a partir de uma organização que retrate a situação procurada e, a partir dela, seja construída soluções/mudanças no contexto analisado (TACHIZAWA, 2000). Ou seja, desde os primeiros passos da pesquisa foi buscado um canteiro de obras. Uma vez determinado o objetivo, iniciou-se a procura por canteiros de obras que pudessem ser empregados como estudo de caso para o desenvolvimento do estudo. O que se buscou nesses canteiros, de forma a selecionar a viabilidade do uso deles ou não, foi a existência de um sistema de gestão de

demanda de água que gerasse um banco de dados que pudesse ser analisado por esse trabalho.

Durante essa busca, contatou-se a equipe de Sustentabilidade do empreendimento Ilha Pura, localizado na cidade do Rio de Janeiro. A arquiteta e urbanista Mariana de Cillo Malufe e a bióloga Juliana Coelho são as responsáveis por tal e se disponibilizaram para receber as autoras desse trabalho para uma reunião e visita técnica no canteiro de obras do Ilha Pura.

Durante essa visita, onde foi explicitada a gestão adotada no canteiro em relação à sustentabilidade, verificou-se que o empreendimento seria adequado como estudo de caso a ser desenvolvido por possuir um sistema de gestão de demanda de água formado por uma série de hidrômetros automatizados, distribuídos segundo uma divisão em setores feita no canteiro de obras.

É pertinente a esse trabalho o banco de dados relacionado ao consumo de água, que devido à contribuição que proporcionaria ao estudo, foi disponibilizado para as autoras. Uma melhor especificação desse sistema será feita adiante.

c) Panorama global da preocupação da questão da gestão da água nas empresas construtoras

O mapeamento da gestão de água pelas principais empresas construtoras globais foi feito a partir da dos "Relatórios de Sustentabilidade" disponibilizados no site oficial de cada uma das empreiteiras.

A listagem dessas empresas foi extraída da revista *Engineering News-Record* (ENR), uma publicação semanal que fornece notícias, análises, comentários e dados sobre a indústria da construção civil. O ranking utilizado foi o "Top 250 Global Contractors" do ano de 2014. A publicação do mesmo é feita anualmente e classifica as 250 maiores empresas de construção do mundo, sejam elas públicas ou privadas. Tal levantamento e classificação são realizados com base na receita total de contratação de construção, independentemente de onde os projetos foram locados (ENR, 2015).

A partir dessa listagem, optou-se por trabalhar somente com as 100 primeiras colocadas e assim, iniciaram-se as buscas pelas publicações dos Relatórios de

Sustentabilidade - prática que tem sido comumente adotada por muitas empresas ao redor do mundo devido às cobranças por parte dos governos e da população a respeito da preservação do meio ambiente. Vale ressaltar que o único meio de divulgação consultado em relação a cada empresa foi o seu *site* oficial, de acesso ao público em geral, de maneira a se evitar quaisquer documentos não confiáveis e imprecisos. A relação completa de todas as empreiteiras e os resultados encontrados pode ser visto no APÊNDICE A – RELAÇÃO DAS MAIORES EMPREITEIRAS SEGUNDO A ENR

Fez-se registro, em relação a cada empreiteira, se foi encontrado ou não tal tipo de relatório. Nos casos positivos, analisou-se documento a documento, de forma a buscar-se informações divulgadas sobre o consumo de água nas mais diversas obras executadas.

d) Análise de dados

O estudo de caso forneceu um extenso banco de dados, obtido através do sistema de gestão de consumo de água do canteiro de obras do Ilha Pura. Ele possui dados desde o início da execução do empreendimento. Também foram fornecidos e utilizados como fonte de consulta documentos internos do empreendimento como memorial descritivo, vários documentos com planos de sustentabilidade, estratégia de certificação e relatórios mensais de acompanhamento que explicitaram a área a ser construída, a setorização adotada e a razão para tal, entre outros.

Esse banco de dados foi analisado previamente, a fim de se filtrar quais os dados seriam pertinentes ao objetivo desse estudo. A conclusão obtida foi que os dados referentes à execução do "Condomínio 2", por apresentar dados menos consistentes não seriam úteis ao estudo, uma vez que foi o primeiro condomínio a ser executado tendo seu início num período no qual o sistema de gestão de consumo de água não estava completamente implantado, sendo então a maior parte de seus dados foram coletados manualmente e com menor precisão.

Com todo o restante do material fornecido fez-se uma ampla análise de dados, que contemplou desde a criação de gráficos que ilustram a evolução do consumo de água no canteiro de obras em relação ao número de funcionários

trabalhando, como também a criação de indicadores que permitissem um comparativo de consumo de água dentro da obra e com outros empreendimentos.

Além de atestar a eficiência de um sistema de gestão de demanda de água aplicado a um canteiro de obras, uma análise que poderia ter sido abordada é a referente ao indicador "Pegada Hídrica". Tal indicador do uso da água considera não apenas seu uso direto por um consumidor, mas também, seu uso indireto, tratando então do volume de água utilizado para produzir um produto ao longo de toda a cadeia produtiva (HOEKSTRA et al., 2013).

Devido ao grande número de atividades e processos distintos em um canteiro de obras, julgou-se que o cálculo da Pegada Hídrica do mesmo seria muito complexo, principalmente pela dificuldade em obter certas informações, como as necessárias por parte de fornecedores de insumos sobre a quantidade exata de água consumida na produção e fornecimento dos mesmos. Esse fato prejudicaria a qualidade e precisão do cálculo do indicador e afetaria a análise do consumo de água no canteiro de obras.

Além disso, a utilização da proposta de um sistema de gestão de consumo de água, como o presente no Ilha Pura, se mostra mais vantajosa perante ao indicador Pegada Hídrica, pois está relacionada à eficiência do uso da água nas atividades produtivas. Já a determinação do valor da Pegada Hídrica, que liga diferentes elos da cadeira, relaciona-se mais à escolha de materiais e soluções tecnológicas para a construção civil.

1.6. Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em 5 capítulos principais, relacionados à temática da gestão da demanda do consumo de água em canteiros de obras de edifícios. No primeiro deles mostrou-se uma breve abordagem sobre a água como recurso natural, a quantidade de água disponível no planeta e no Brasil, além de seus diversos tipos de consumo.

Na sequência serão apresentadas as fundamentações teóricas, que incluem as fases de execução de uma obra, os tipos de fornecimento de água, a demanda de água no canteiro de obras e o conceito de gestão de demanda da água.

Após este breve conhecimento do assunto, apresenta-se o estudo de caso escolhido. Nele encontram-se as justificativas de sua escolha e as características do empreendimento, tanto no que diz respeito às características físicas como as da gestão de demanda.

Posteriormente, inicia-se a etapa de análise dos resultados em que se cruzam as informações da revisão bibliográfica com os dados obtidos em campo. Por último são feitas as considerações finais, onde são tecidos comentários e opiniões sobre o consumo de água na produção de edifícios e proposto um método para uso de um sistema de gestão de demanda de água.

Além disso, por entender a importância da temática aqui explorada julgou-se interessante a participação, com esse trabalho, no "Prêmio Odebrecht para Desenvolvimento Sustentável (Edição 2015)". O texto submetido para a análise da banca examinadora da premiação se encontra no APÊNDICE B – PRÊMIO ODEBRECHT PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (EDIÇÃO 2015) desse documento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão apresentados todos os conhecimentos necessários para se dar continuidade ao trabalho aqui proposto. É importante conhecer vastamente o campo de estudos e entender seu funcionamento.

2.1. Fases de execução de uma obra

Há diversas maneiras para se dividir as etapas de uma obra. A maneira mais tradicional divide por subsistemas em que se destacam as: (i) serviços preliminares, (ii) infraestrutura, (iii) superestrutura; (iv) vedações e acabamentos; (v) sistemas prediais.

Outros autores, como Araújo (2009) propõe um arranjo mais segmentado (Tabela 1), sendo que no estudo de caso realizado a segmentação utilizada está apresentada no Tabela 2.

Tabela 1 - Divisão de fases para uma obra

Etapa	Serviços	
Serviços preliminares e gerais	Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, etc.)	
	Instalações provisórias (tapumes, barracão, água, luz, esgoto e placas)	
	Limpeza da obra	
Infraestrutura	Trabalhos em terra	Demolições
		Limpeza do terreno
		Escavações mecânicas
		Escavações manuais
		Aterro e apiloamento
		Locação da obra
		Desmonte em rocha
	Fundações e outros serviços	Escoramento do terreno vizinho

Etapa	Serviços	
Infraestrutura		Rebaixamento do lençol freático/drenagem
		Fundações profundas
		Fundações superficiais
		Vigas, baldrames e alavancas
Supra estrutura	Concreto armado	
	Pré-moldados	
Paredes e painéis	Alvenarias	
	Esquadrias	
	Ferragens	
	Vidros	
Coberturas e proteções	Telhados	
	Impermeabilizações	
	Tratamentos	
Revestimentos, elementos decorativos e pintura	Revestimentos internos	
	Azulejos	
	Revestimentos externos	
	Forros	
	Pinturas	
	Revestimentos especiais	
Pavimentação	Madeira	
	Cerâmica	
	Carpete	
	Cimentado	
	Rodapés, soleiras e peitoris	
	Pavimentações especiais	
Instalações e aparelhos	Elétricas e telefônica	
	Hidráulicas	
	Esgoto	
	Instalações mecânicas	
	Aparelhos	

Fonte: Araújo (2009)

Tabela 2 - Fases de execução do Ilha Pura

ETAPA	SERVIÇOS
Fundação	Contenções e Fundações
Mesoestrutura	Blocos de Fundação
Estrutura	Concreto armado e pré-moldado
Alvenaria	Vedações interna
Fachada	Vedações externa e impermeabilização
Acabamentos	Instalação prediais, revestimentos e pintura
Embasamento	Elementos comuns entre as torres (PUC - Pavimento de Uso Comum)

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2. Tipos de fornecimentos de água para obras

Uma vez que no canteiro de obras encontram-se diferentes insumos e que a gestão de cada um deles pode ser diferente, a seguir são explicitadas as formas mais comuns para o fornecimento da água e algumas formas alternativas para tal.

Antes da implantação de um canteiro de obras, deve ser feito um estudo do abastecimento de água. Se existirem redes no local devem ser providenciados os pedidos de ligação oficiais na concessionária. Devem ser evitadas improvisações, tais como instalações precárias de empréstimo de vizinhos (HESPAHOL et al., 2006). Principalmente porque a demanda em um canteiro de obras é alta e pode vir a causar problemas na rede de abastecimento. Caso não existam, faz-se necessário a formulação de alternativas que podem ser desde a construção de uma rede temporária até o fornecimento com caminhão-pipa.

2.2.1. Fornecimento pela concessionária

Quando o fornecimento se dá pela concessionária, o custo do abastecimento é determinado em lei pela companhia de saneamento e varia de acordo com o tipo de consumidor, sendo categorizado domiciliar, comercial, industrial e pública, e a quantidade consumida.

No caso do município de São Paulo a companhia responsável, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), tem seu regulamento do sistema tarifário disposto no Decreto nº 41.446 de 16 de dezembro de 1996 e que

através do Comunicado 04/15 dispõe do preço que vigora desde 04 de junho de 2015 que é apresentado na Tabela 3 para os consumidores residenciais e industriais.

Tabela 3 - Preços cobrados pela SABESP para consumidores residenciais e industriais (2015)

		Residencial			Industrial
		Social	Favelas	Normal	
Classes de consumo (m ³ /mês)	0 a 10	R\$ 7,00/mês	R\$ 5,34/mês	R\$ 20,64/mês	R\$ 41,45/mês
	11 a 20	R\$ 1,21/m ³	R\$ 0,61/m ³	R\$ 3,23/m ³	R\$ 8,07/m ³
	21 a 30	R\$ 4,28/m ³	R\$ 2,02/m ³	R\$ 8,07/m ³	R\$ 15,45/m ³
	31 a 50	R\$ 6,10/m ³	R\$ 6,10/m ³	R\$ 8,07/m ³	R\$ 15,45/m ³
	Acima de 50	R\$ 6,74/m ³	R\$ 6,74/m ³	R\$ 8,89/m ³	R\$ 16,10/m ³

Fonte: SABESP (adaptado)

Para o Estado do Rio de Janeiro a companhia responsável é a Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) que tem suas disposições sobre a cobrança de tarifas no projeto de Lei nº 2.856/2014. A cobrança é diferenciada conforme localidade (Área A ou Área B), de acordo com o Decreto nº 23.676 de 04/11/1997. No Tabela 4 são mostrados os valores referentes ao ano de 2013 para as diferentes localidades e em relação aos consumidores residenciais e industriais.

Tabela 4 - Preços cobrados pela CEDAE para consumidores domiciliares e industriais segundo a localidade

		Área A			Área B			
		Multiplicador	Tarifa	Valor	Multiplicador	Tarifa	Valor	
Domiciliar	0 a 15	1	2,4678	37	0 a 15	1	2,1644	32,46
	16 a 30	2,2	5,4292	118,43	16 a 30	2,2	4,7625	103,89
	31 a 45	3	7,4035	229,47	31 a 45	3	6,494	201,3
	46 a 60	6	14,807	451,57	46 a 60	6	12,988	369,3
	Acima de 60	8	19,742	648,99	Acima de 60	8	17,318	569,3
Indústria	0 a 20	5,2	12,832	256,64	0 a 20	4,7	10,174	203,48
	21 a 30	5,46	13,474	391,38	21 a 30	4,7	10,174	305,22
	Acima de 30	6,39	15,769	706,76	31 a 130	5,4	11,689	1474,12
					Acima de 131	5,7	12,339	1597,51

Fonte: CEDAE (adaptado)

No canteiro de obras, geralmente há o registro de uma unidade consumidora. Através dos hidrômetros instalados, faz-se a leitura e a emissão da conta d'água e o registro do volume gasto. Na maior parte dos casos, as concessionárias enquadram as obras na categoria industrial.

A qualidade e potabilidade dessa água são garantidas pela companhia de saneamento. Sendo assim, é possível utilizá-la para o consumo humano e outros processos que exijam tal nível de qualidade. Deve ser então usada de maneira responsável evitando desperdícios de todos os tipos de água, e se possível evitar seu uso em processos que permitam água de qualidade inferior.

2.2.2. Caminhão-pipa

O abastecimento por caminhões-pipas é feito, em geral, com água potável - pode haver também a distribuição de água de reuso, opção que será descrita do próximo item - e pode ser realizado por empresas especializadas obedecendo a determinadas regras estabelecidas pelo Ministério da Saúde. Tais regras visam garantir a qualidade adequada ao consumo humano, como determina a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, devendo ser comprovadas com análises laboratoriais atestando a qualidade na fonte de coleta de água.

Em São Paulo estão cadastradas na Prefeitura 23 empresas⁵ com autorização para realizar esse transporte. Normalmente é feito em caminhões com capacidades de 5 m³ a 36 m³. Numa cotação feita em maio de 2015 na empresa Gota de Cristal, quando entregue no período diário o m³ sai por R\$ 80,00 e no período noturno por R\$ 50,00. A variação do preço é decorrente da proibição de veículos de grande porte circular dentro da cidade de São Paulo, obrigando a utilização de Veículo Urbano de Carga (VUC) que suporta somente 5 m³ de água.

Quando se tratar de água potável, seus usos incluem o consumo humano, controles ambientais da obra, testes de impermeabilização e hidráulicos, serviços de obra e limpeza geral (OHNUMA, 2015).

⁵ Prefeitura de São Paulo. Relação das transportadoras de água para consumo humano com cadastro municipal de vigilância em saúde (CMVS) deferido. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/Caminhoespipa.pdf>. Acesso em 18 de junho de 2015.

2.2.3. Poços

A utilização de poços artesianos já nas primeiras fases da construção de um empreendimento pode ser uma boa alternativa para a obtenção de água no canteiro de obras, pois pode assegurar a garantia de fornecimento com um custo menor.

É importante ressaltar que a construção dos poços deve seguir as normas vigentes na legislação brasileira como também as normas técnicas, para que não haja nenhum prejuízo ao meio ambiente e aos usuários. Caso um indivíduo seja considerado responsável por um poço irregular ou clandestino, o mesmo será multado. São aplicáveis as seguintes normas:

- NBR 12.212 - "Poço tubular - Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea"
- NBR 12.244 - "Construção de poço para captação de água subterrânea"

Mesmo sendo uma alternativa de maior investimento inicial, devido ao alto custo de perfuração, ela proporciona uma maior economia se comparada com os custos em relação ao uso de caminhões-pipa. Sendo assim, em alguns meses já é possível cobrir os gastos da sua implantação.

Por outro lado, vale ressaltar que sua implantação pode demorar devido à burocracia junto aos órgãos de licenciamento, já que para o uso de águas subterrâneas deve ser solicitada uma outorga ao Poder Público. No estado do Rio de Janeiro cabe à Diretoria de Licenciamento Ambiental – DILAM/INEA o poder outorgante, de acordo com o inciso V do art. 25 do Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009. Além disso, caso o poço seja furado e venha a ser inutilizado, deve ser providenciado o tamponamento de tal.

Também é necessária a realização de testes de qualidade para identificar os componentes presentes na água e avaliar se ela é adequada, em seu estado bruto, para o uso pretendido, se será necessário o tratamento da mesma para viabilizar a utilização ou se não é recomendado o uso de maneira alguma.

Os usos possíveis dessa água são consumo humano, controles ambientais da obra, testes de impermeabilização e hidráulicos, serviços de obra e limpeza em geral (OHNUMA, 2015).

2.2.4. Fornecimentos alternativos

Consideram-se fontes alternativas de água aquelas que não estão sob concessão de órgãos públicos ou que não sofrem cobrança pelo uso ou, ainda, que fornecem água com composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias (Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano - CMADU, 2004). Apresenta-se a seguir as fontes alternativas que mais se adequam aos usos da construção civil.

a) Água Pluvial

São muitos os modelos que têm sido utilizados para a construção de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva (RAINDROPS GROUPS, 2002 apud OLIVEIRA, 2009). Para o dimensionamento desse sistema devem ser considerados a área disponível para coleta e a estimativa de demanda para o uso previsto (Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano - CMADU, 2004). Segundo Ohnuma (2015), seu custo de implantação se mostra em média menor que 1% do valor total da obra.

As normas e leis que permeiam esse aproveitamento são: NBR 15.527/2007 - Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas fins não potáveis e PORTARIA MS 2.914/2011 - Qualidade da água.

Seus usos possíveis são não potáveis como a descarga em bacias sanitárias, controles ambientais da obra, testes de impermeabilização e hidráulicos, serviços de obra e limpeza em geral (OHNUMA, 2015).

b) Aproveitamento de água do rebaixamento de lençol freático

Em construções às vezes é necessário que haja o rebaixamento do nível do lençol freático para que as suas fundações não sejam prejudicadas, dando uma maior estabilidade à estrutura. O bombeamento dessa água pode ser para fins relacionados à própria obra, diminuindo os custos de consumo de água e evitando o lançamento do mesmo em ruas, galerias pluviais, calçadas ou em outros corpos d'água (riachos, lagoas ou no mar).

Para que a água possa ser utilizada é necessário realizar a caracterização da mesma com parâmetros físicos, químicos e biológicos indicando assim sua qualidade, que irá determinar quais serão seus possíveis usos.

Vale ressaltar que as águas subterrâneas são classificadas, segundo a Resolução nº 396 do CONAMA, em seis classes (Classe especial e Classes I, II III, IV e V). São dadas segundo o seu uso pretendido como o consumo humano, irrigação, dessedentação de animais e recreação. Cada uma dessas classes possui seus limites de concentração para determinados elementos, como cloreto e o nitrato.

Portanto, o uso da água proveniente do rebaixamento do nível freático deve ser compatível com o uso proposto e a não adequação dos requisitos para esse uso não significa o seu descarte, e sim a sua utilização para outros fins (SOUZA et al., 2010).

2.3. Demanda de água no canteiro de obras

2.3.1. Uso humano

O consumo de água do canteiro de obras devido ao uso humano relaciona-se às demandas essenciais de todos os funcionários, as quais são asseguradas de acordo com a NR-18 (MTE, 1995). Tal norma cita:

Os canteiros de obras devem dispor de:

- Instalações sanitárias;
- Vestiário;
- Local de refeições;
- Cozinha, quando houver o preparo de refeições;
- Área de lazer;
- Ambulatório, quando se tratar de frente de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores.

Cada uma dessas unidades depende do uso de água para pelo menos uma atividade realizada em seu interior e que é de necessidade básica para o funcionário, como por exemplo, a norma mencionada acima garante a obrigatoriedade da existência de bebedouros no alojamento.

Além disso, alguns canteiros de obra ainda devem dispor de alojamento para os funcionários, como no caso de obras afastadas dos centros urbanos. Já para os trabalhadores que não estão alojados no canteiro, é obrigatória a construção de vestiários. As instalações devem estar próximas aos alojamentos ou à entrada da obra, sem ligação direta com o refeitório.

Um maior detalhamento sobre tais áreas encontra-se no ANEXO A – USO HUMANO.

2.3.2. Uso em processos produtivos

A água é usada em quase todos os serviços de engenharia, às vezes como componente e outras vezes como ferramenta, entrando como componente nos concretos e argamassas e na compactação de aterros e como ferramenta nos trabalhos de limpeza, resfriamento e cura de concreto (NETO, 2015).

Pode-se citar como exemplo o teste de impermeabilização que acontecem após a aplicação da manta asfáltica, que exigem a presença de uma lâmina d'água por um período de 72 h sobre a superfície (NBR, 2008).

Além disso, a utilização em centrais de concreto e graute, quando existentes, produção de argamassas, processos de cura de concreto, e sistemas de escavação são tidos como grandes consumidores de água.

2.4. Gestão da demanda de água

Segundo Tamaki (2003), a gestão da demanda implica na atuação sobre a demanda de água, tendo como objetivo o seu uso eficiente e a economia. A gestão da demanda extrapola o conceito de gestão do consumo, pois não se deve limitar a organização dos dados de consumo e levantar gráficos, mas sim na sua análise e na retroalimentação do sistema.

De acordo com Silva (2004), ao retroalimentar o sistema se faz possível o planejamento de ações para manter os indicadores de consumo em níveis adequados, seja na forma de eliminação das perdas físicas, seja na utilização de novas tecnologias, seja na revisão de um processo que utiliza água.

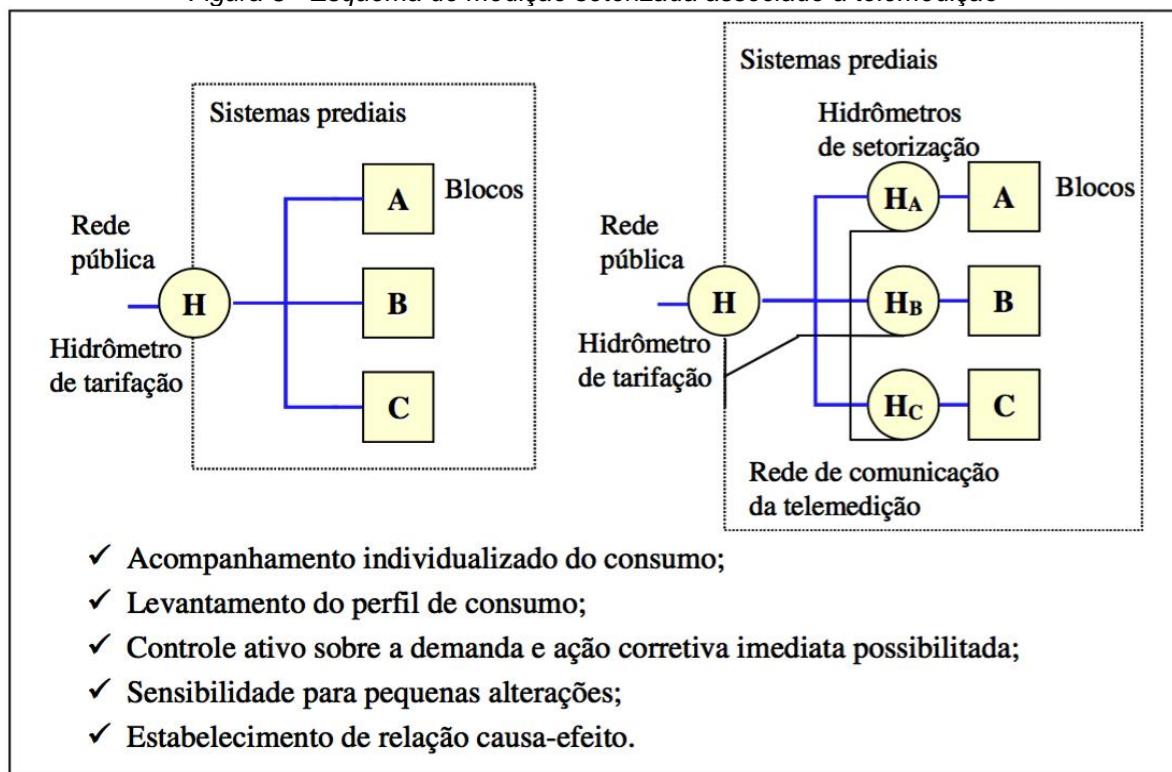
O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP) é um exemplo de programa permanente e efetivo de gestão de demanda de água e que apresenta resultados expressivos. Foi iniciado em 1997, por meio de um convênio firmado entre a Universidade de São Paulo (USP) e a SABESP, com os objetivos principais de reduzir o consumo de água e mantê-lo reduzido ao longo do tempo, manter um sistema estruturado de gestão de demanda de água e

desenvolvimento de metodologias aplicáveis a outros locais. Seu sistema foi definido por meio da instalação de hidrômetros e de um sistema remoto de medição que permite, em uma central de controle, o acompanhamento diário do consumo de água do campus. Esse sistema de gestão permite que elevações inesperadas de consumo sejam rapidamente localizadas, diagnosticadas e corrigidas, o que reduz a possibilidade de que o consumo de água da universidade torne a se elevar. Desde o início do PURA-USP, a população do campus cresceu em 13,3%, a área construída, em 16,3%, e o consumo de água passou de 137.881 m³/mês em 1998 para 78.821 m³/mês em 2013, o que significa uma redução de 43% no consumo mensal de água da universidade (CBCS, 2014).

2.4.1. Medição setorizada

A setorização do consumo de água figura como importante ação de gestão de demanda (CBCS, 2014). A obtenção desses dados de consumo e a de outros complementares permite definir parâmetros de controle como, por exemplo, indicadores de consumo, e caracterizar a situação da utilização da água (TAMAKI, 2003). A Figura 3 apresenta um esquema da medição setorizada, associada à telemedição.

Figura 3 - Esquema de medição setorizada associado à telemedição



Fonte: Tamaki (2003)

A setorização aliada a um sistema de telemedição apresenta algumas dificuldades, sendo elas:

- Técnicas: localização e condições das redes podem não corresponder ao esperado, em função de cadastros desatualizados;
- Administrativas: falta de estrutura organizacional, de agilidade no andamento dos processos pertinentes e de comunicação entre os envolvidos;
- Econômica/financeiras: custo elevado por ponto, em função das incertezas com relação aos sistemas existentes e seus estados de conservação.

Mesmo que tais dificuldades possam ser verificadas, são recompensadas por benefícios como: melhor acompanhamento do consumo de um número grande de pontos simultaneamente e detecção de anomalias como vazamentos com maior rapidez (via telemedição) e precisão de sua localização (via medição setorizada) (TAMAKI, 2003).

2.4.2. Parâmetros de Controle

A partir dos dados levantados pela medição setorizada e telemetizada, é possível de se obter dois tipos de parâmetros de controle: os diretos e os indiretos.

Os parâmetros de controle diretos são aqueles obtidos diretamente, sendo originados do acompanhamento e controle direto dos consumos. Gráficos podem ser criados pelos sistemas de telemedição fornecendo importantes informações. Uma delas são os picos de vazão máximos e mínimos onde podem ser identificados picos anômalos decorrentes da variação da rede pública ou rompimento do alimentador (TAMAKI, 2003).

Além disso, pode-se obter parâmetros indiretos fazendo uso dos dados obtidos diretamente e dados complementares levantados. Eles constituem os indicadores de consumo, e são empregados de maneira a melhor se adequar com a situação proposta. Sua adoção permite a comparação entre situações que apresentam variação de mais de um dado, a definição dos sistemas mais eficientes e os que necessitam de maior atenção e a possibilidade de extração dos valores dos indicadores para cenários similares (TAMAKI, 2003).

3. ESTUDO DE CASO - ILHA PURA

3.1. Caracterização do Ilha Pura

Em 2016, dois dos eventos esportivos mais expressivos do mundo chegam ao Brasil: os Jogos Olímpicos e os Jogos Paraolímpicos. Para recebê-los, todo um investimento em infraestrutura foi feito. E como cidade-sede dos dois eventos, foi escolhida a cidade do Rio de Janeiro.

O empreendimento Ilha Pura trata-se de um bairro planejado que está sendo executado pela empresa Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários S.A., criada pela parceria das construtoras Odebrecht Realizações Imobiliárias e Carvalho Hosken S.A., e que abrigará a chamada Vila dos Atletas, que oferece a infraestrutura de apoio para a acomodação de todos os participantes dos dois eventos esportivos em questão. O financiamento está sendo pleiteado pelo consórcio em questão na Caixa Econômica Federal, no valor de R\$ 2,33 bilhões (TCU, 2016).

O bairro está localizado na região da Barra da Tijuca, zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, em uma área de aproximadamente 870 mil m² e distante 35 km do centro da cidade. Região cercada por áreas verdes, entre as montanhas e a Lagoa de Jacarepaguá, limitada por empreendimentos residenciais e um centro de convenções (RIOS, 2014). Na Figura 4 é possível, através de uma foto aérea, identificar melhor a área e a localização do empreendimento.

Figura 4 - Localização do bairro Ilha Pura



Fonte: Teixeira (2015)

Com capacidade total de acomodação para 18 mil pessoas, o bairro que primeiramente abrigará os jogos olímpicos começou a ser construído em 2012 e tem prazo de entrega para março de 2016, três meses posterior ao prazo inicial. As instalações terão, ao todo, 31 prédios residenciais, divididos em sete condomínios. Além dos 3.604 apartamentos de dois, três e quatro dormitórios, o Ilha Pura contará também com um parque público de 72 mil m², com projeto de paisagismo assinado pelo escritório Burle Marx. É possível compreender melhor o desenvolvimento do empreendimento através de seu cronograma encontrado no APÊNDICE C – CRONOGRAMA DA OBRA DE ILHA PURA.

Após o período dos jogos, as unidades residenciais desenvolvidas nos condomínios, farão parte do estoque de moradias da cidade, sendo integradas ao mercado imobiliário, após passarem pelo processo de *retrofit* (RELATÓRIO ILHA PURA, 2012 apud RIOS, 2014).

3.2. Visita técnica ao canteiro de obras

Nos dias 06 de abril de 2015 e 11 de setembro de 2015 foram realizadas visitas técnicas ao local onde está sendo construído o empreendimento Ilha Pura. A arquiteta e urbanista Mariana de Cillo Malufe e a bióloga Juliana Coelho, responsáveis pela equipe de Sustentabilidade do Ilha Pura, receberam as autoras desse trabalho no canteiro de obras.

A arquiteta Mariana Malufe expôs o sistema de gerenciamento de água e energia existente e também algumas outras soluções sustentáveis presentes no canteiro de obras, como a estação de reuso de águas cinzas e a central de reciclagem de resíduos de construção.

Para complementar a visita técnica, houve a oportunidade de visitar a obra propriamente dita (Figura 5). Ver a área da execução dos condomínios foi de extrema importância para o entendimento da grandiosidade do empreendimento e para conhecer o sistema de gestão de água em operação.

Figura 5 - Visita Ilha Pura (06.04.2015)



Fonte: Foto dos autores, tirada no dia da visita de 06.04.2015

Com relação à distribuição dos condomínios na área, segue a Figura 6 aonde é possível visualizar como os mesmos estão alocados. Todo o sistema de gerenciamento aplicado no empreendimento em relação ao consumo de água, assim como seu funcionamento e informações sobre os hidrômetros podem ser encontradas no APÊNDICE D – SISTEMA DE MEDIÇÃO SETORIZADA – ILHA PURA.

Figura 6 - Mapa do empreendimento



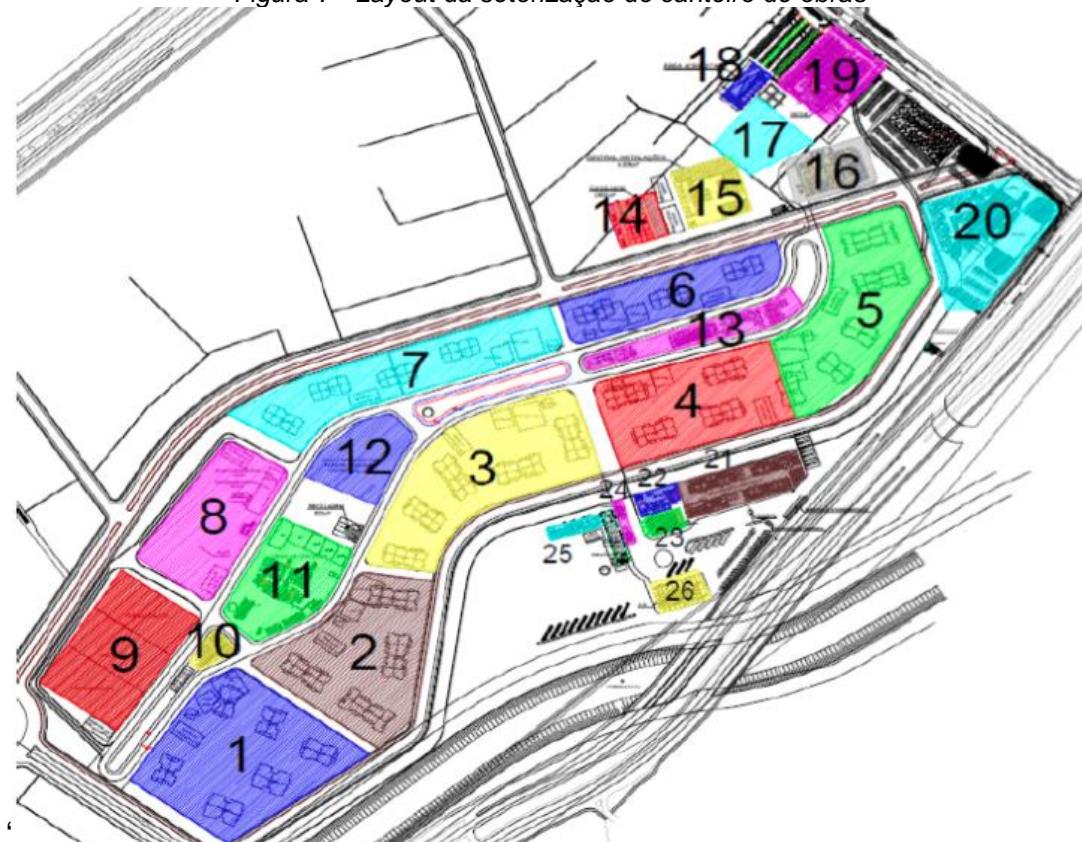
Fonte: Teixeira (2015)

3.3. Estudo de Campo

A coleta de dados relativa ao consumo de água, por parte da equipe de Sustentabilidade, iniciou-se no mês de junho de 2012. A princípio, tais informações eram levantadas mensalmente, de acordo com o valor emitido na faturação feita pela CEDAE e pela quantidade de água comprada e fornecida através de caminhões-pipa. O levantamento feito dessa forma gerou um banco de dados com imprecisões, afetando a qualidade dos dados referentes ao Condomínio 2, o que levou à decisão de não os utilizar na análise de dados, como citado anteriormente na Metodologia.

A partir do ano de 2013 foi instalado o sistema de medição por telemetria, e devido a ele, a coleta de dados passou a ser diária. De forma a organizar a implantação desse sistema e, consequentemente, a coleta de dados, foi feita uma setorização do canteiro de obras. O *layout* adotado pode ser observado na Figura 7 e a identificação dos seus componentes na Tabela 5. Para a definição de cada um desses setores, foram determinados quais eram os consumidores do canteiro.

Figura 7 - Layout da setorização do canteiro de obras



Fonte: Teixeira (2015)

Tabela 5 - Identificação dos componentes presentes na setorização

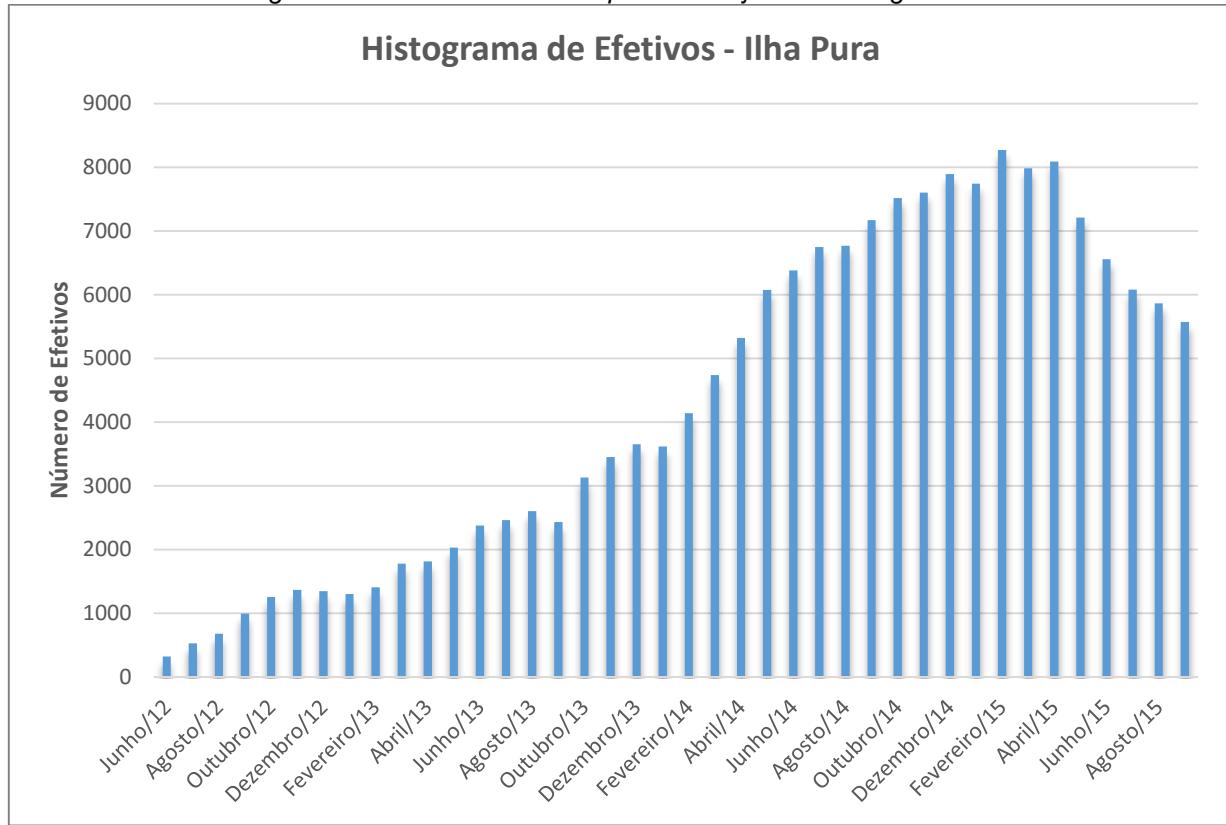
Número	Setor
1 a 7	Condomínios
8	Central de Armaduras
9	Pré-moldados
10	Central de Formas
11	Usina de Concreto
12	Fábrica de Blocos
13	Canteiro Avançado
14	Central de Caixilhos
15	Central de Instalações
16	Cozinha
17	Almoxarifado
18	Área "Acreditar"
19	Sede
20	Stand e Mirante
21	Sanitários e Vestiários
22	Ambulatório
23	CAO
24	Lava-rodas
25	Sanitários e Vestiários PNE
26	Central de Distribuição

Fonte: Teixeira (adaptado)

Foi fornecido às autoras o cronograma do empreendimento, onde são explicitadas as datas de início e fim de cada fase da obra, tais como suas durações. São essas fases as sete seguintes: Fundação, Mesoestrutura, Estrutura, Alvenaria, Fachada, Acabamentos e Embasamento. Elas estão explicitadas no Tabela 2 - Fases de execução do Ilha Pura, na Fundamentação Teórica.

Além dos dados de consumos propriamente ditos, outros dados são acompanhados pela Equipe de Sustentabilidade sobre a obra. Um dos mais importantes é o histograma de pessoas na obra. No Gráfico 2, é possível ver como o fluxo de pessoas ocorreu durante a obra.

Gráfico 2 - Histograma de efetivos durante o período de junho/12 a agosto/15 no Ilha Pura



Fonte: Elaborado pelos autores

Vale ressaltar que todos os dados pertinentes ao trabalho foram cordialmente concedidos pela equipe do empreendimento.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Nesse capítulo serão apresentadas todas as análises feitas de acordo com o objetivo traçado para o estudo, como também os respectivos resultados.

4.1. Análise das Construtoras

Como foi anteriormente descrito na seção da Metodologia, a atividade inicial da etapa de análise desse trabalho consiste na verificação do posicionamento das grandes empreiteiras em relação à questão da sustentabilidade, mais precisamente sobre o consumo de água. Para isso, buscou-se a divulgação do chamado "Relatório de Sustentabilidade" de cada uma delas.

Em uma primeira análise constata-se que 50% das empresas apresentam somente um relatório anual de suas atividades, com resultados gerais sobre o desempenho da empresa. Além disso, 6% das empresas não disponibilizaram qualquer tipo de relatório de desempenho e os 44% restantes disponibilizam o relatório de sustentabilidade. Esse resultado é mostrado no Gráfico 3. A divulgação de relatórios voltados à questão da sustentabilidade mostra o comprometimento das empresas em manter um posicionamento transparente em relação às suas atividades, como também expor todas as ações que têm sido executadas de modo a minimizar os impactos negativos que as mesmas causam no meio-ambiente.

Gráfico 3 – *Tipos de relatórios divulgados pelas empresas*



Fonte: Elaborado pelos autores

A confecção e divulgação de um relatório voltado à questão de sustentabilidade é um processo que envolve a identificação e mensuração do desempenho sustentável da empresa, permitindo a empresa adotar uma estratégia de gestão baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável. Tal tipo de relatório acarreta uma melhoria no diálogo da empresa com os acionistas, autoridades e com o público em geral devido à maior transparência nos impactos ambientais, sociais e econômicos gerados (GRI, 2012).

Retomando a análise feita, observa-se que mais da metade das grandes empreiteiras não apresentam a preocupação em publicar um relatório de sustentabilidade que possa levar ao público dados dos empreendimentos produzidos, como também as medidas tomadas a fim de se estabelecer condições sustentáveis na construção. Levando em consideração que essas são as maiores empresas do ramo, portanto, com maior visibilidade no mercado e maior número de operações, ressalta-se a preocupação acerca das empresas de menor porte, que possivelmente seguem o exemplo das grandes e não se mobilizam em relação às questões ambientais.

Independentemente do tamanho da empresa e da abrangência de sua atuação, a cultura da preocupação com os impactos negativos que uma obra pode gerar no meio no qual está inserida deve estar presente em todas as empresas.

Dentre as empresas que divulgaram os dados quantitativos em seu relatório, nem todas apresentaram aqueles relativos ao consumo de água, como pode ser visto no Gráfico 4. A divulgação limitou-se aos dados de emissão de CO₂, geração de resíduos, entre outros.

Gráfico 4 - Dados referentes ao consumo de água pela empresa

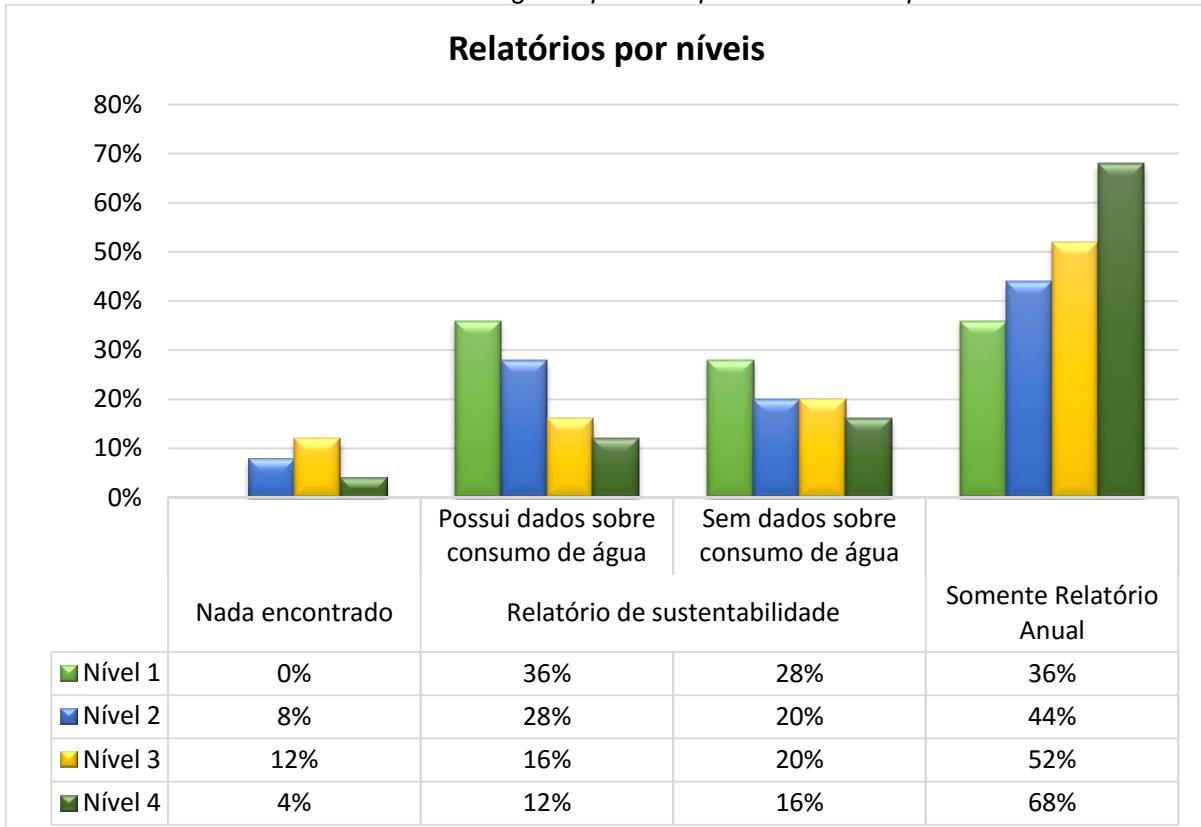


Fonte: Elaborado pelos autores

Outro ponto a se discutir é que não existe uma padronização da metodologia. Durante a busca pelos relatórios e a análise de cada um foram encontradas as mais diversas formas de apresentação dos índices, sendo que para determinados assuntos, como a emissão de CO₂, há uma padronização na apresentação dos resultados - por ser um assunto mais consolidado mundialmente. Porém, no caso do consumo de água, não há um consenso quanto ao levantamento desses dados.

Uma última análise foi feita dividindo o ranking em quatro níveis e correlacionando-os com os dados encontrados. Os níveis foram divididos em “Nível 1” com as empresas com a posição entre 1 e 25, “Nível 2” as empresas com posição entre 26 e 50, “Nível 3” as empresas posicionadas entre 51 e 75 e por último o “Nível 4” com as empresas posicionadas entre 76 e 100. O resultado pode ser visto no Gráfico 5. Como esperado, as maiores empreiteiras (entre 1° e 25°) apresentam a maior porcentagem de Relatórios de Sustentabilidade. À medida que o ranking diminui tal porcentagem também decresce.

Gráfico 5 – Relatórios divulgados pelas empresas e dividida por níveis



Fonte: Elaborado pelos autores

Portanto, pode-se dizer que das 100 empresas estudadas somente 23% delas apresentam um relatório de sustentabilidade com dados sobre seu consumo de água e 20% possuem um relatório de sustentabilidade, mas sem dados quantitativos referentes à água.

Observa-se também que de acordo com a receita obtida pela empresa, a variável utilizada como critério para concretizar o ranking, há uma tendência do tipo de relatório a ser divulgado e as informações nele contidas, sendo que para uma maior receita, as empresas tendem a divulgarem relatórios de sustentabilidade e com o decréscimo da receita essa ação diminui.

Portanto, a divulgação de relatórios voltados somente à questão ambiental ainda não é uma prática difundida entre as construtoras.

4.1.1. Enfoque no Brasil

No ranking da ENR, o Brasil possui três empreiteiras e são as únicas representantes da América do Sul. A melhor colocação é a da Construtora Norberto

Odebrecht, na 19° posição, com uma receita de \$ 15.145.000,80. A mesma não apresenta um relatório de sustentabilidade somente um relatório anual. Em seguida, está a empreiteira OAS S.A., na 78° posição, com uma receita de \$ 4.108.000,00. Ela divulga um relatório de sustentabilidade, porém sem dados referentes à água. Por fim tem-se a Construtora Andrade Gutierrez S.A., na 84° posição, com uma receita de \$ 4.005.000,60, também com a divulgação de um relatório de sustentabilidade.

Para se ter o conhecimento de como as empreiteiras brasileiras estão tratando a questão ambiental foi feito a análise de seus relatórios individualmente.

a) Construtora Norberto Odebrecht

A melhor construtora brasileira no *ranking* é a Odebrecht que faz a divulgação somente de um relatório anual. Na análise foi utilizado o documento de 2014, onde sintetiza o desempenho dos negócios o ano de 2013, com informações econômicas financeiras consolidadas, as principais realizações e indicadores significativos da atuação da empresa (ODEBRECHT, 2014).

No relatório anual há um capítulo dedicado aos Indicadores Ambientais onde é mostrado a evolução de obras monitoradas e o percentual de resíduos sólidos ou reaproveitados da parte de Odebrecht Infraestrutura. Já para a Odebrecht Realizações Imobiliárias, Odebrecht Ambiental, Brasken e Odebrecht Agroindustrial são apresentados indicadores de ecoeficiência para o consumo de água, do consumo de energia elétrica, da geração e reciclagem/reaproveitamento de resíduos e a emissão de CO₂. Há também indicadores de desempenho para áreas mais específicas como no caso da Odebrecht Defesa e Tecnologia ou na Enseada Indústria Naval.

Também são apresentados projetos e ações apoiados pela empresa de modo a promover a educação ambiental, bem-estar social da comunidade e culturais em que tem inseridos seus projetos.

Portanto, apesar de não possuir um relatório de sustentabilidade o seu relatório anual demonstra que a empreiteira tem uma preocupação ambiental presente em suas atividades, com a adoção de indicadores e monitoramento dos mesmos, porém, se fosse preparado um relatório voltado à questão da sustentabilidade os indicadores utilizados poderiam ser mais bem detalhados.

b) OAS S.A.

O relatório abrange as atividades da empresa no ano de 2013 trazendo informações sobre seu desempenho econômico e financeiro; segurança, meio ambiente e saúde; responsabilidade social; e sobre seus colaboradores, clientes e fornecedores (OAS, 2013).

No capítulo referente às informações de segurança, meio ambiente e saúde é apresentada qual a política adotada para a responsabilidade por qualidade, segurança, meio ambiente e saúde (QSMS), quais seus compromissos e o Sistema de Gestão Integrada de QSMS, o que permite a integração de diferentes disciplinas como a responsabilidade sócia, LEED e outras estratégias, estes em conjunto visam ao desenvolvimento sustentável da construtora como um todo.

Há um capítulo voltado somente às questões ambientais no qual são delineadas suas emissões, geração de resíduos e consumo de energia de maneira detalhada e como também uma previsão de uma meta para sua redução de consumo. Porém, como há apenas dados de dois anos, não é apresentado metas de intensidades para os indicadores.

No que se refere ao consumo de água a empresa não tem um detalhamento do seu consumo, mas cita como ação o reuso da água sem maiores especificações sobre o assunto.

Logo, por se tratar de um relatório voltado à sustentabilidade traz informações mais detalhadas e claras sobre suas ações para promover um desenvolvimento sustentável, contudo, como não há um banco de dados extenso então ainda não se estabelece metas de redução e melhoria necessárias para a escolha de ações e programas que levem a essa meta de maneira eficiente.

c) Construtora Andrade Gutierrez S.A.

A Construtora Andrade Gutierrez divulgou seu primeiro relatório de sustentabilidade em agosto de 2014, sendo que até então somente divulgava o relatório da *Holding Andrade Gutierrez*. Essa mudança tem como objetivo ampliar o espaço para divulgar as realizações, resultados e desafios da empresa (ANDRADE GUTIERREZ, 2014).

Nesse documento a empreiteira apresenta em seu capítulo sobre Desempenho e Meio Ambiente quais as ferramentas usadas para implementar os compromissos, que também são explicitados, os desafios ambientais e os critérios para a escolha dos indicadores utilizados pela empresa. Além disso, é mostrado para cada tema ambiental (energia, emissão de gases de efeito estufa (GEE), água e resíduos) se a empresa possui um inventário e as ações para a redução. Em determinados temas existe um detalhamento do seu inventário e ações de redução, como no caso da energia, emissão GEE e dos resíduos, porque anteriormente já era feito esse levantamento, mas em outros não há um esclarecimento do consumo ou ações de redução, como no caso da água.

Assim sendo, o relatório de sustentabilidade apresentado pela Andrade Gutierrez apresenta de maneira detalhada e esclarecedora suas posições em relação à questão ambiental, mas como se trata do primeiro relatório elaborado tão somente para esse fim, então, ele é passível de melhorias como explicitar o consumo de água e as ações de redução do consumo e programas de reuso.

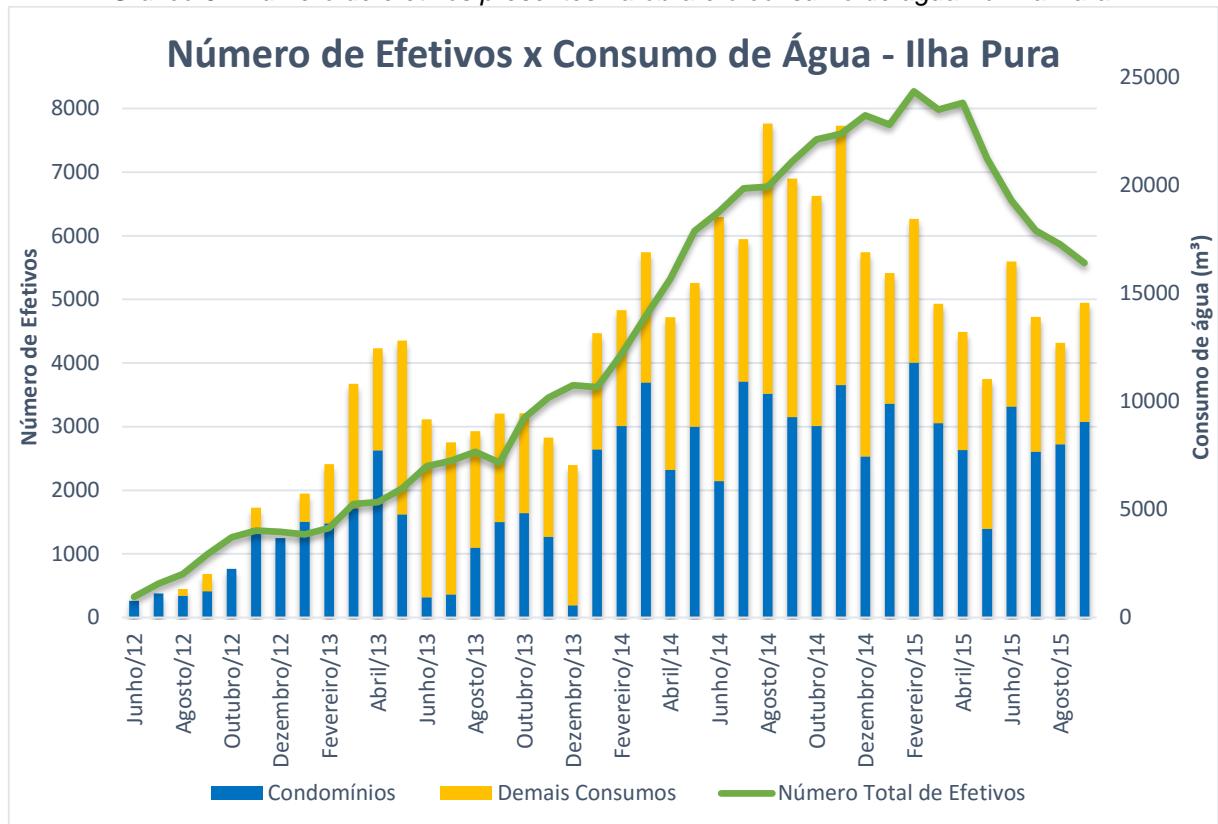
4.2. Análise de dados do estudo de caso - Ilha Pura

Com os dados fornecidos pelo empreendimento foi possível realizar a análise dos mesmos e que serão apresentados a seguir.

4.2.1. A influência da quantidade de efetivos sobre o consumo de água

O uso humano também apresenta uma parte considerável dentro do canteiro de obras como um todo. O Ilha Pura já registrou uma circulação diária de cerca de 8.000 funcionários. É de extrema importância verificar essa variação da presença humana a fim de relacioná-la com os volumes de água consumidos registrados. Foi confeccionado o Gráfico 6 que relaciona o histograma referente à quantidade de mão de obra com o consumo mensal registrado pelo canteiro.

Gráfico 6 - Número de efetivos presentes na obra e o consumo de água no Ilha Pura



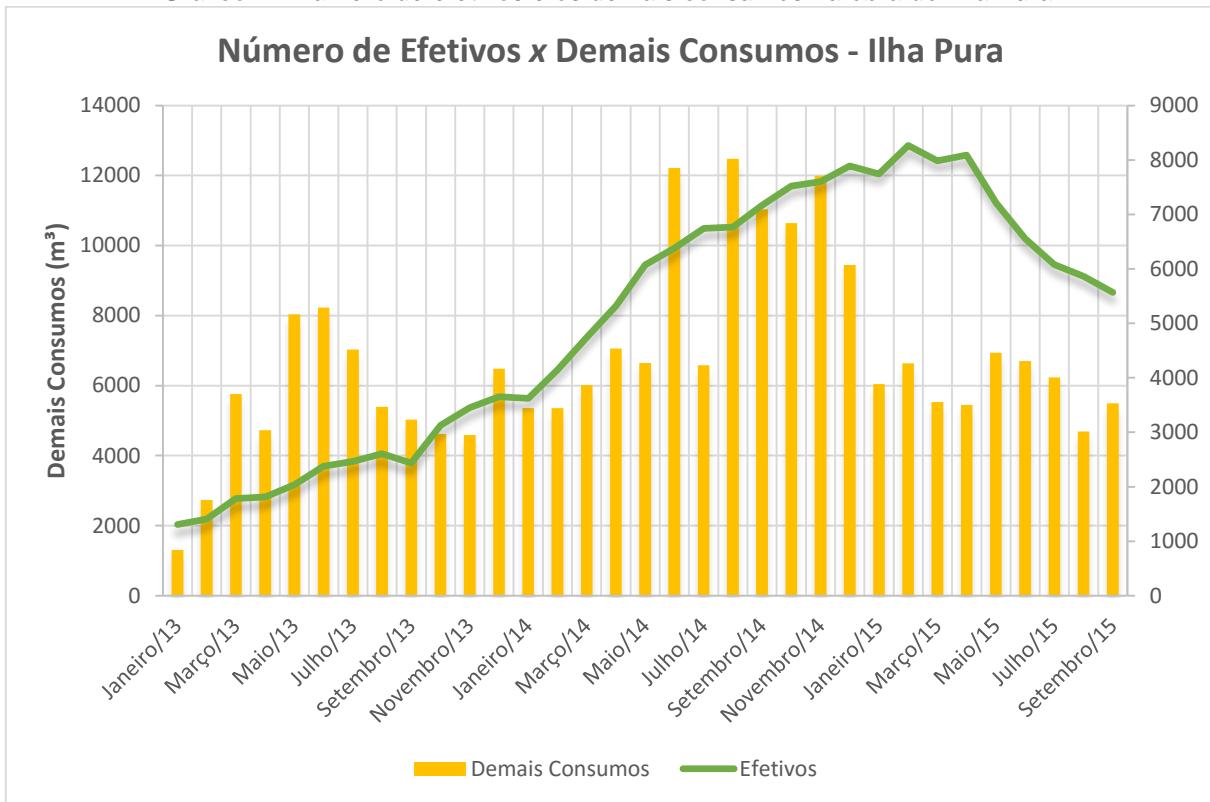
Fonte: Elaborado pelos autores

Para essa análise, o consumo foi dividido em dois tipos. O primeiro se refere exclusivamente ao uso dos condomínios e o segundo aos demais usos do canteiro, como vestiário, central de concreto, sede, refeitório, cozinha industrial e canteiro avançado. De uma maneira geral fica nítido o aumento do consumo linearmente ao aumento do número de funcionários.

Em uma análise mais crítica, focando o período que compreende os meses de janeiro a maio de 2013, percebe-se um grande aumento no consumo de água, porém o mesmo crescimento não é visto no número de funcionários. Essa tendência é verificada em outros períodos também. Mais detalhadamente é possível ver que nesse período o maior aumento foi relacionado ao consumo dos condomínios em si e não em seus demais usos.

Por outro lado, analisando agora o período que vai de março a novembro de 2013, percebe-se que o número de funcionários aumenta linearmente ao consumo, e esse crescimento se deu principalmente ao consumo relacionado aos demais usos. Com base nisso, decidiu-se comparar diretamente os dois quesitos: demais consumos e número de efetivos. O Gráfico 7 representa esse resultado.

Gráfico 7 - Número de efetivos e os demais consumos na obra do Ilha Pura

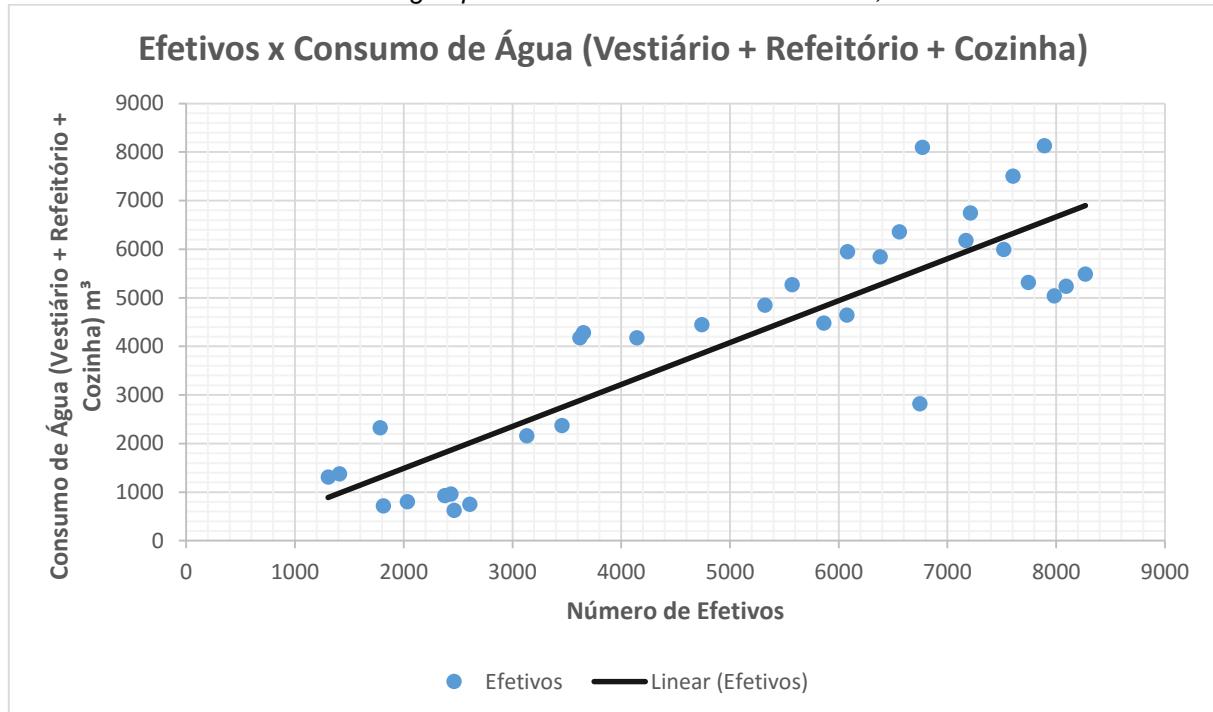


Fonte: Elaborado pelos autores

Tal gráfico pode apresentar uma relação mais real da influência do número de efetivos sobre o consumo de água, uma vez que a categoria "demais consumos" envolve alguns dos setores do canteiro que apresentam o consumo de água que se deve ao uso humano propriamente dito.

Porém, buscando um maior detalhamento, confeccionou-se o Gráfico 8, aonde o número de efetivos é comparado com a somatória do consumo de água dos três setores mais influenciados pela presença humana: vestiário, refeitório e cozinha. Através da análise dele fica clara a tendência de aumento de consumo que acompanha o crescimento do número de efetivos no canteiro de obras.

Gráfico 8 - Consumo de água pelos efetivos relativos ao vestiário, refeitório e cozinha



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se então, após a análise dos 3 gráficos expostos acima, que para uma melhor visualização da influência humana nas variações de consumo de água deve-se fazer um comparativo com os volumes que são diretamente influenciados pelo número de efetivos, como o consumo do vestiário, pois caso contrário, utilizando-se volumes totais do canteiro, os resultados podem destoar da realidade e não oferecer uma análise conclusiva.

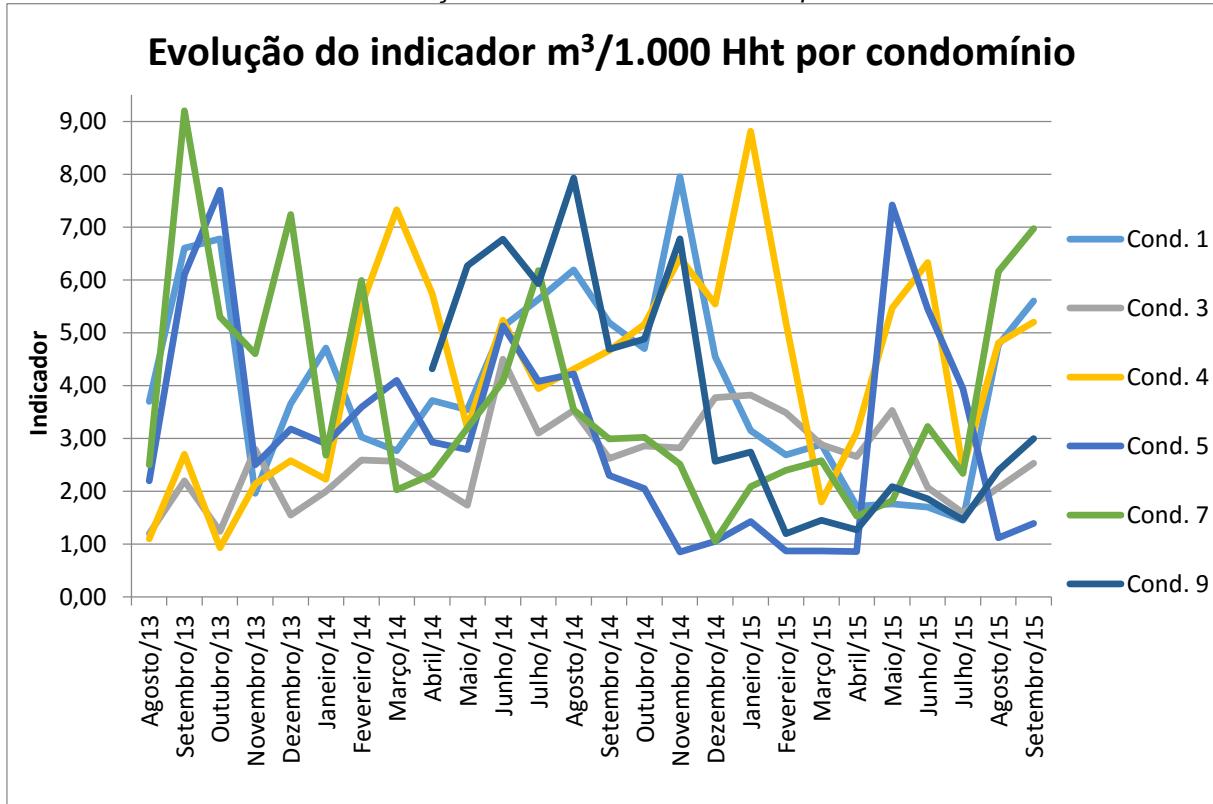
Além disso, vale ressaltar que algumas divergências são notadas provavelmente pelo fato de como é calculado o número de efetivos: a entrada de um funcionário que trabalhou por 2 horas no canteiro é computada igualmente à entrada de um funcionário que trabalhou por 8 horas. Fica claro que o volume de consumo desses dois funcionários hipotéticos é diferente e, portanto, causam certa incerteza ao estudo.

4.2.2. A evolução do consumo de água em relação ao número de horas trabalhadas e ao avanço físico

A análise seguinte possui um diferente ponto de vista, que é aquele que leva em consideração não o número de efetivos, mas sim a quantidade de horas trabalhada por tais. Para esse novo indicador, que traz o consumo de água (m^3) a cada 1.000

homens hora trabalhada (Hht), foi determinado que o mesmo teria maior eficácia se fosse realizado um para cada condomínio em execução do empreendimento, ao invés do canteiro num todo, como feito anteriormente. O resultado pode ser visto no Gráfico 9.

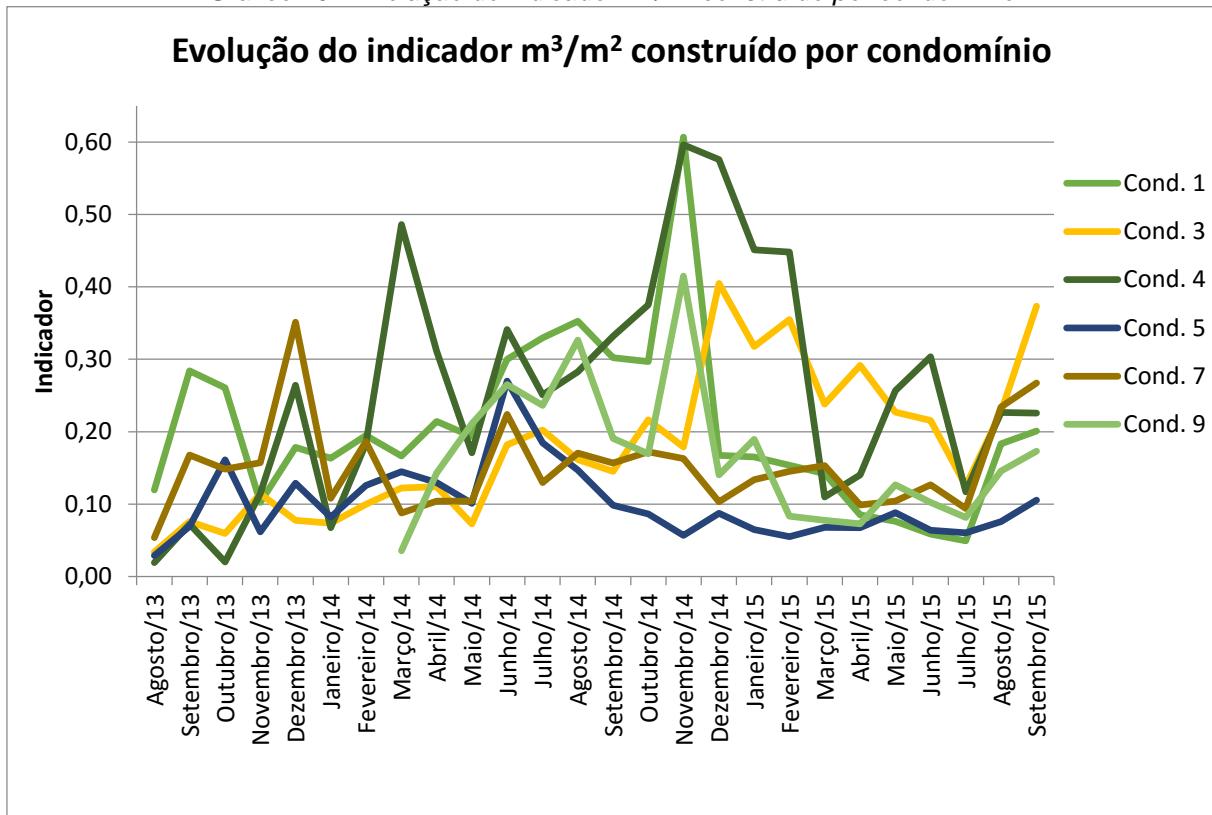
Gráfico 9 - Evolução do indicador $m^3/1.000$ Hht por condomínio



Fonte: Elaborado pelos autores

A faixa de variação desse indicador vai de 0,85 a 9,20. Como a coleta dos dados é mensal e as obras de cada edifício não começaram na mesma data, não existe um paralelismo entre as fases de execução das diferentes torres, o que explica essa não linearidade no resultado dos indicadores.

Outro indicador calculado foi baseado na análise do consumo da água de acordo com o avanço físico da obra em m^2 , como pode ser visto no Gráfico 10. O cálculo desse parâmetro foi fornecido pela equipe da construtora somente como um resultado final, logo não se pode explicitar a determinação do mesmo com propriedade.

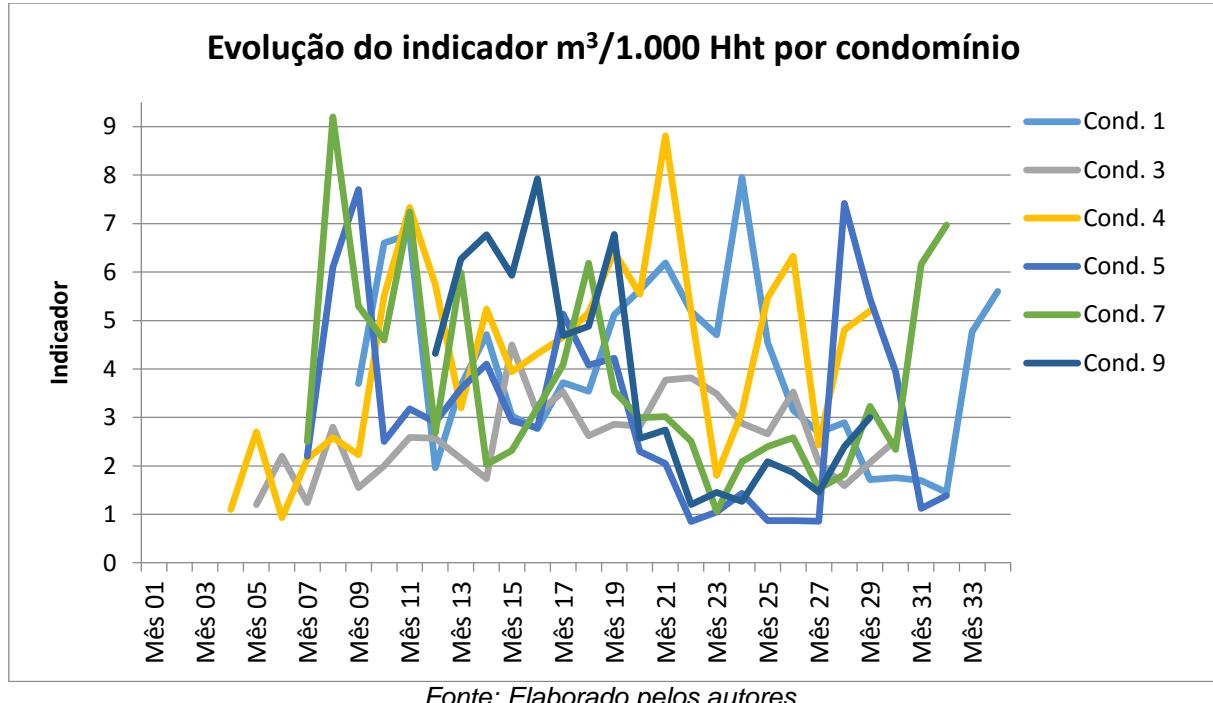
Gráfico 10 - Evolução do indicador m^3/m^2 construído por condomínio

Fonte: Elaborado pelos autores

O indicador oscilou entre os valores 0,02 e 0,61. Isso deve-se ao tratamento de dados mensal, ou seja, nele estão representadas diversas fases de execução de cada condomínio, e sabe-se que cada uma demanda diferentes volumes de água. O gráfico ilustra com certa clareza a evolução desse indicador, que a princípio mostra-se um pouco confuso devido à definição de "m² construído", porém a tendência de picos similares entre os condomínios, como por exemplo, o esboçado em novembro/2014 entre os condomínios 1 e 4, pode vir a indicar a execução de uma ou mais fases iguais em ambos. De acordo com o cronograma - que pode ser visto no APÊNDICE C – CRONOGRAMA DA OBRA DE ILHA PURA - foi constatado isso, mostrando que é possível esboçar a realidade da obra e a similaridade de volumes de consumo de água numa mesma fase de execução em diferentes obras.

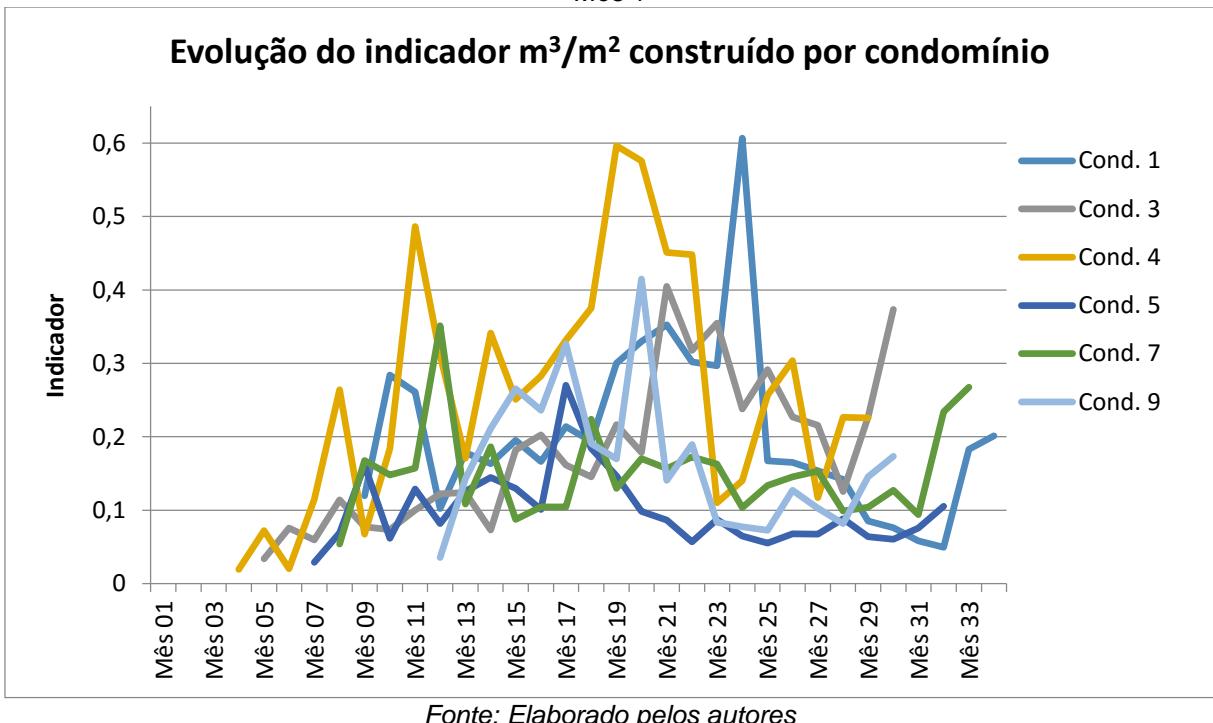
Dado o fato de que as fases da obra não são concomitantes, fez-se a análise do consumo de acordo com o tempo corrente da obra, ou seja, estipulou-se que todos os condomínios tiveram suas atividades de execução iniciados no Mês 1. Nos Gráfico 11 e Gráfico 12 são esboçados os resultados para os dois indicadores.

Gráfico 11 - Evolução do indicador $m^3/1.000$ Hht por condomínio considerando o início da obra no Mês 1



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 12 - Evolução do indicador m^3/m^2 construído por condomínio considerando o início da obra no Mês 1



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir dos resultados obtidos para os dois indicadores, observa-se que a tendência de evolução em ambos é similar. Apesar dos valores absolutos a cada mês de execução serem diferentes para cada condomínio, os picos, valores mínimos e também os crescimentos e decrescimentos de valor obedecem a certo paralelismo,

fato que torna a análise satisfatória. Pode-se citar como exemplo que nos últimos meses de execução observa-se um crescimento de consumo de água para todos os condomínios em questão.

Vale ressaltar que a diferença entre os valores dos indicadores se dá devido aos diferentes processos construtivos da obra, entre outros aspectos pertinentes à execução dos condomínios.

4.2.3. A avaliação do consumo de água em cada fase da execução da obra

Resolveu-se então restringir a análise, observando a evolução de cada condomínio de acordo com suas próprias fases de execução. Dessa maneira, o indicador torna-se mais consistente e possibilita a análise da evolução do consumo durante a obra a fim de melhor visualizar em quais fases existe uma maior demanda por água e tornam-se foco de maior atenção das equipes responsáveis.

Como citado anteriormente na descrição do estudo de campo, o conhecimento das fases de execução do empreendimento se deu através do cronograma fornecido pela equipe de Sustentabilidade. São essas fases: Fundação, Mesoestrutura, Estrutura, Alvenaria, Fachada, Acabamentos e Embasamento.

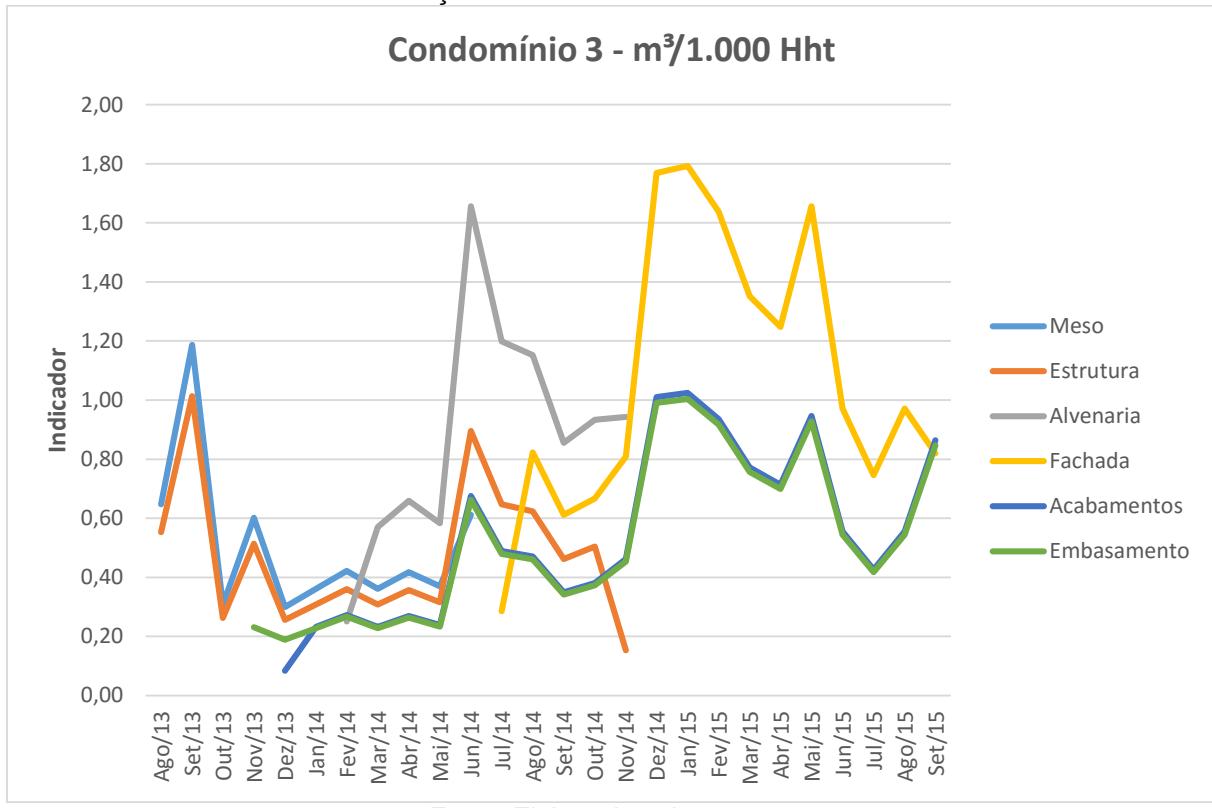
Uma observação a ser feita é que a fase de Fundação será desconsiderada na análise de todos os condomínios devido à falta de dados de consumo em alguns períodos relevantes.

A análise por fases usará o indicador já citado: m^3 de consumo de água a cada 1.000 homens horas trabalhadas. A utilização do indicador m^3/m^2 não é válida para a análise das fases de execução por falta de coerência, já que não se pode avaliar o volume de água consumido a cada m^2 de avanço físico durante as fases, pois, por exemplo, a construção da estrutura de um condomínio pode estar finalizada e ele se encontra então em fase de acabamento. Nesse caso o indicador seria nulo, porém, é de conhecimento que existe a utilização de água em serviços de acabamento.

Dessa forma, com o indicador mensal calculado anteriormente, projetou-se o mesmo, através das informações fornecidas pelo cronograma, proporcionalmente para as fases que ocorriam naquele momento. Para fases que ocorriam concomitantemente, foi estabelecida uma divisão de tal valor através de porcentagens

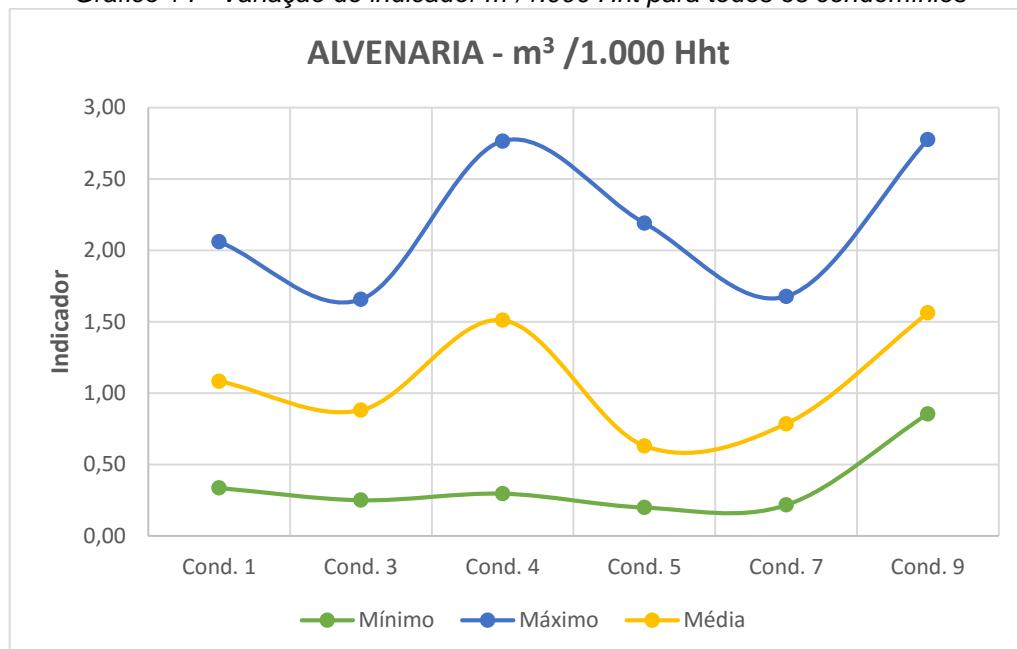
acumuladas. Por exemplo, se parte de uma das fases de execução durou 10 dias de certo mês (31 dias), o fator aplicado ao indicador é menor do que aquele aplicado à outra fase que tenha durado os 31 dias do mês. No Gráfico 13 a seguir mostram o resultado dessa análise para o Condomínio 03.

Gráfico 13 - Evolução do indicador $m^3/1.000 hht$ do Condomínio 3



A mesma análise foi feita para os outros condomínios do empreendimento. Tais gráficos podem ser encontrados no APÊNDICE E – EVOLUÇÃO DOS INDICADORES PARA CADA CONDOMÍNIO.

A fim de se entender tal análise, foi feito um levantamento dos valores mínimo, máximo e médio do indicador para cada fase de cada condomínio, com o intuito de observar se existe uma variação muito grande entre os mesmos. No Gráfico 14 estão ilustrados os resultados da fase de Alvenaria, e no APÊNDICE F – VARIAÇÕES DOS INDICADORES PARA CADA FASE pode ser encontrada os outros gráficos representativos das demais fases.

Gráfico 14 - Variação do indicador $m^3/1.000 Hht$ para todos os condomínios

Fonte: Elaborado pelos autores

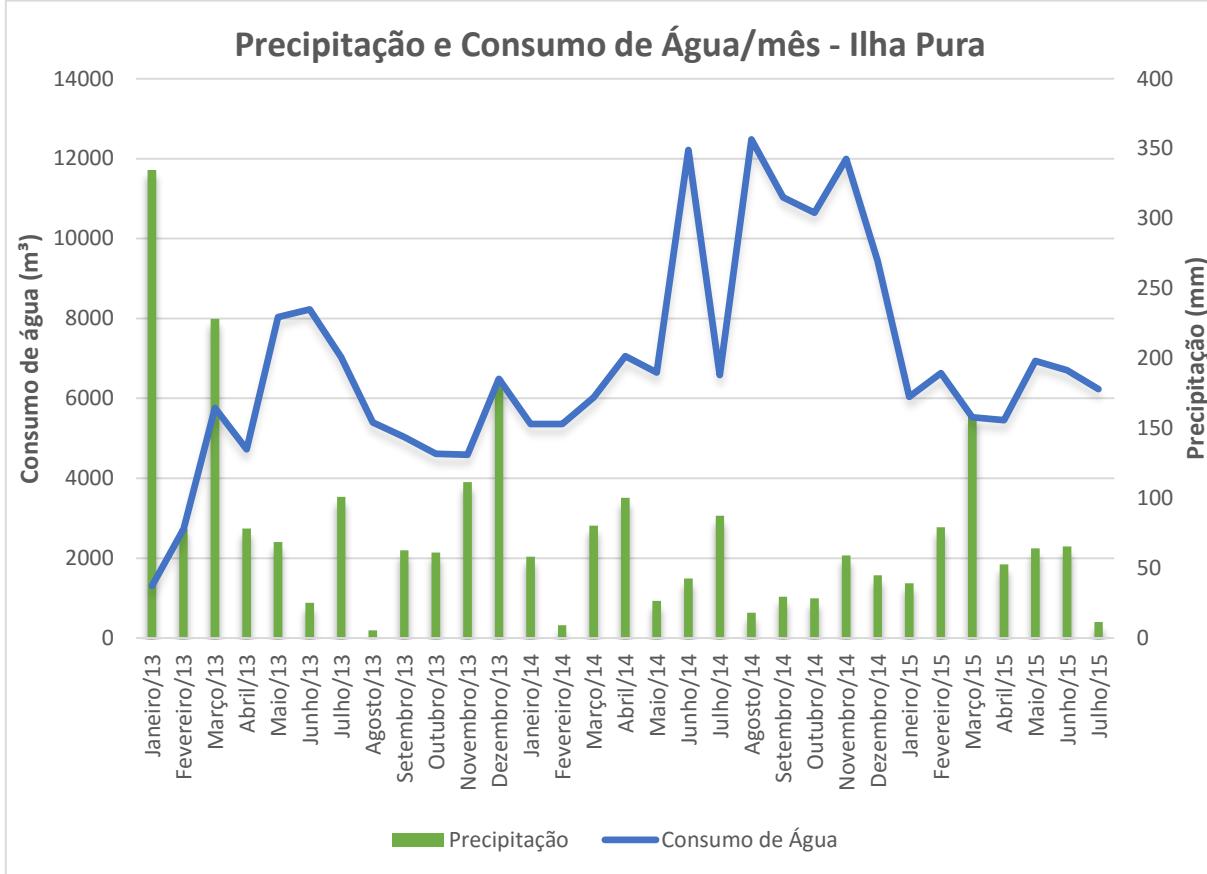
A análise por fases se mostra mais precisa em relação às gerais, retratando melhor o panorama de consumo de água. Além disso, mostra-se vantajosa por permitir, após uma sequência de tratamento de dados e indicadores, o extrapolação dos resultados para que sirvam de parâmetro de análise para outras obras de mesmo tipo e porte. Os valores dos indicadores oscilam, porém possuem a mesma ordem de grandeza, e isso demonstra uma coerência de dados, uma vez que os volumes consumidos de água durante a mesma fase de execução nos diferentes condomínios são parecidos.

4.2.4. A influência da precipitação sobre o volume de água consumido

Como última verificação, determinou-se importante averiguar qual a influência que a precipitação teria sobre o consumo, já que em dias de chuvas não seria consumida água para a umectação de vias, por exemplo, e tratando-se de uma obra de área muito extensa, tal fator se torna determinante.

Para isso, buscou-se no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)⁶ o histórico de precipitação, referente à região onde se encontra o empreendimento em questão.

Gráfico 15 - Precipitação e o consumo de água mensal para o Ilha Pura



Fonte: Elaborado pelos autores

O Gráfico 15 ilustra os resultados encontrados. Como a análise é feita em relação ao volume total consumido na obra, sem a diferenciação de qual foi o uso específico da água, a análise não mostra a precisão almejada. Para que a análise fosse mais adequada seria necessário que se conheça as quantidades demandadas de água para realizar determinada atividade, como é o caso da umectação, onde se conhecimento da quantidade de água necessária fosse determinado, a análise da influência da precipitação seria notória uma vez que com a chuva o consumo de água para tal atividade diminuiria.

⁶ Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - INMET - Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.

Ou seja, para a análise da influência da precipitação é necessário que para as atividades diretamente afetadas pela ocorrência de chuva, tanto o consumo de água como a quantidade delas recolhida dentro do canteiro sejam conhecidos, permitindo então a determinação do volume economizado.

4.2.5. Comparativo com indicadores de diferentes obras

Com o intuito de averiguar e interpretar melhor os resultados dos indicadores encontrados no estudo de caso Ilha Pura buscaram-se outros estudos que abordassem de maneira semelhante o tema aqui proposto. Infelizmente, a literatura sobre tal é escassa e apenas duas referências confiáveis puderam ser analisadas.

Um dos poucos trabalhos encontrados foi de Pessarello (2008), no qual são apresentados três diferentes estudos de caso, onde foram acompanhados os consumos mensais das obras por meio das faturas emitidas pela concessionária de distribuição de água. Os resultados do mesmo são expostos no Tabela 6, já os resultados aqui encontrados estão dispostos no Tabela 7.

Tabela 6 – Indicador m³/1.000 Hht para três construtoras

	Construtora A	Construtora B	Construtora C
Mínimo	7,80	4,40	7,10
Máximo	32,00	60,90	18,50
Média	14,80	15,60	11,60

Fonte: Pessarello (2008)

Tabela 7 - Indicador m³/1.000 Hht para o Ilha Pura

	Condomínio 1	Condomínio 3	Condomínio 4	Condomínio 5	Condomínio 7	Condomínio 9
Mínimo	1,45	1,20	0,93	0,85	1,06	1,20
Máximo	7,95	4,50	8,81	7,70	9,20	7,93
Média	4,06	2,61	4,30	3,12	3,75	3,76

Fonte: Elaborado pelos autores

Analizando os resultados, fez-se uma somatória dos valores dos indicadores encontrados para o Ilha Pura, como observado na Tabela 8, a fim de se obter um indicador que representasse o valor de m³/1.000 Hht para a construção de todos os condomínios, e dessa forma, deixar mais coerente a comparação com os resultados obtidos por Pessarello (2008), uma vez que eles representam o consumo total de cada obra estudada.

Tabela 8 - Somatória dos valores dos indicadores referente ao Ilha Pura

Ilha Pura	
Mínimo	6,69
Máximo	46,09
Média	21,60

Fonte: Elaborado pelos autores

Analizando os resultados, percebe-se que os encontrados pela Pessarelo são maiores que os aqui encontrados. Acredita-se que uma razão para tal é de que os indicadores do Ilha Pura se referem única e exclusivamente aos condomínios, não levando em consideração os demais consumidores (vestiário, refeitório, entre outros).

Conclui-se então que os resultados são condizentes, uma vez que a diferença entre eles se dá não por erros, mas sim devido à metodologia de obtenção dos mesmos. Fica clara então importância da setorização para melhoria dessas análises sobre o consumo de água em canteiros de obras.

Com relação ao indicador m^3/m^2 de avanço físico, utilizou-se o trabalho *Soluções sustentáveis em canteiros de obras com foco na redução de riscos e custos* (OHNUMA, 2015). Seis diferentes obras foram nele analisadas, e seus resultados estão na Tabela 9, assim como os indicadores do Ilha Pura na Tabela 10.

Tabela 9 – Indicador acumulado m^3/m^2 para seis obras

	m^3/m^2
Obra 1	0,34
Obra 2	0,57
Obra 3	0,24
Obra 4	0,34
Obra 5	0,35
Obra 6	0,19

Fonte: Ohnuma (2015)

Tabela 10 - Indicador acumulado m^3/m^2 para o Ilha Pura

	Condomínio 1	Condomínio 3	Condomínio 4	Condomínio 5	Condomínio 7	Condomínio 9
m^3/m^2	0,26	0,23	0,32	0,14	0,22	0,20

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ohnuma calculou o indicador m^3/m^2 levando em consideração a obra inteira. Nas análises anteriores do Ilha Pura, os indicadores utilizados faziam referência apenas ao mês em questão. Dessa forma, o indicador foi recalculado (Tabela 10) com os dados de consumo de água e de avanço físico acumulado permitindo a comparação entre eles.

Nota-se que os indicadores possuem a mesma ordem de grandeza, porém, os do Ilha Pura possuem menores valores. Isso se deve ao fato desse indicador acumulado ser referente somente à construção dos condomínios, portanto, não contempla os consumos de água de outros setores do canteiro de obra, enquanto o trabalho de Ohnuma trata do canteiro de obras inteiro.

Como observado na análise anterior com os dados de Pessarello, julga-se mais uma vez como validada a análise comparativa que teve como base os dados extraídos do sistema de gestão do Ilha Pura, devido à similaridade com os indicadores obtidos em outras obras. Porém, é relevante assinalar o fato de que a presença do sistema de gestão permite análises mais precisas e objetivas, ao invés dos comparativos sempre se basearem nos volumes totais de água consumidos no canteiro de obras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se então que é possível fazer a gestão da demanda de água em um canteiro de obras, de maneira informatizada e otimizada, sem que sejam necessários grandes esforços ou custos elevados, fatores que poderiam gerar prejuízos à obra. O retorno que tal gestão implantada ao canteiro de obras pode trazer é de extrema relevância, para que sejam tratados com maior eficácia assuntos que vão desde a identificação de falhas do sistema, como vazamentos, até mesmo a identificação de padrões de consumos dos mais diversos processos, auxiliando então a busca, cada vez mais intensa, por soluções mais sustentáveis que podem ser aplicadas em canteiros de obras, durante a execução de empreendimentos.

O estudo relatado nesse documento pode ser expandido para a execução dos mais diversos tipos de obras, ampliando então o leque de resultados e análises satisfatórios sobre possíveis processos em comum. Vale ressaltar também que o histórico que pode ser criado a partir de diversas análises em diferentes empreendimentos, uma vez que adotada tal prática de gestão pelas construtoras, pode ser um grande aliado para otimização de orçamentos e cronogramas de obras.

Além disso, foi verificado um fator muito importante e que a princípio não foi apontado como tão decisivo. A qualidade da análise depende não só da precisão dos dados coletados sobre o consumo de água, mas também da qualidade da coleta de dados de todos os fatores que influenciam no aumento ou queda do consumo, como o número de pessoas que consomem direta ou indiretamente e o período no qual o fazem. Deslizes nessa segunda coleta de dados podem comprometer todo um estudo e a coerência dos resultados.

Aconselha-se que tal sistema de gestão tenha sua implantação analisada e considerada por todas as construtoras, independente do porte das mesmas, e que assim que possível, comece a ser executado em todas as obras. São medidas como essa que farão a diferença para um futuro mais sustentável para o setor da construção civil, que tem números tão expressivos e que não devem ser desconsiderados, uma vez que muitos impactos negativos ao meio ambiente podem ser irreversíveis.

Proposta

O estudo aqui apresentado teve como objetivo mostrar a importância da aplicação de um sistema de gestão de demanda de água em canteiros de obras. A coleta de dados e a criação de indicadores a partir deles não possuem graus de dificuldade e de entendimento altos, então vale ressaltar que essas atividades não seriam empecilhos para a adoção do sistema. A fim de se expor com clareza qual seria o plano de ação adequado a ser adotado pelas construtoras, segue abaixo uma proposta elaborada pelas autoras.

Para uma eficaz aplicação e uso de um sistema de gestão de demanda de água, baseado na setorização de um canteiro de obras e medições por telemetria, deve-se atentar a todos os detalhes acerca do canteiro desde o seu planejamento.

A setorização deve ser planejada de forma que otimize a coleta de dados, ou seja, é ideal que cada unidade consumidora do canteiro – como por exemplo, uma cozinha industrial, cada torre a ser construída, uma central de concreto – tenha seu próprio setor.

Após a delimitação da setorização, deve-se atentar aos pontos de instalação dos hidrômetros, que de preferência devem evitar ao máximo localizações que sofram interferências que venham a comprometer a transmissão de dados para os equipamentos receptores. É inevitável que ao decorrer da execução da obra alguns hidrômetros precisem ter sua localização alterada devido aos elementos construídos, então sugere-se que tal alteração seja feita com cautela e planejamento, para que o sistema não sofra grandes prejuízos na coleta.

Quanto à coleta de dados, que pode fornecer informações de acordo com distintos intervalos de tempo (cinco minutos até períodos anuais, entre outros que podem ser determinados pelo usuário do software), esta deve ser monitorada por uma equipe que fique responsável pelo acompanhamento de dados, a fim de identificar eventuais anomalias no sistema ao longo das medições obtidas (como vazamentos) e também de tratar os dados coletados, criando indicadores e traçando panoramas que exponham com veracidade como se encaminha o consumo de água ao longo de toda a obra como também em suas subdivisões (fases). Tal análise de dados é importante não só para o corpo técnico-administrativo responsável pela gestão da obra, mas também deve ser utilizada a fim de se obter documentos que podem ser

expostos para todos os funcionários, independente da hierarquia do canteiro, de maneira que alerte e conscientize a todos sobre o consumo desse recurso natural que anda cada vez mais escasso e precisa de que todos se mobilizem para preservá-lo.

Além das constatações feitas acima, pode-se afirmar que esse sistema de gestão pode auxiliar também no monitoramento de outras medidas sustentáveis aplicadas ao canteiro, como estações de tratamento de águas cinzas e negras e tratamento de água previamente utilizada em lava-rodas, de forma que tal acompanhamento de consumo sirva para a quantificação do volume recuperado de água e que retorna para o canteiro, verificando então a eficiência da aplicação, como também o *payback* da solução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013**. Brasília: Anais, 2013. 434 p.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014**. Brasília: Anais, 2014a. 105 p.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014**. Encarte especial sobre a crise hídrica. Brasília: Anais, 2014b. 30 p.

ANDRADE GUTIERREZ (Org.). **Relatório de Sustentabilidade 2014: Andrade Gutierrez**. [s.l.]: Anais, 2014. 69 p.

ARAÚJO, Viviane Miranda. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. 2009. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR nº 12.212, de 30 de março de 2006. **Projeto de Poço Para Captação de água Subterrânea - Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-5.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR nº 12.244, de 31 de março de 2006. **Poço Tubular - Construção de Poço Tubular Para Captação de água Subterrânea**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-10.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR nº 15.527, de 24 de setembro de 2007. **Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, RJ, p. 1-8.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR nº 9.574: **Execução de impermeabilização**. [s.l.]: ABNT, 2008. 14 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Enquadramento dos corpos d'água em Classes, segundo seus usos preponderantes**. Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. Diário Oficial da União, nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, p. 64-68.

CBCS (Org.). **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. Brasília: Anais, 2014. 111 p. Disponível em: <<http://www.cbc.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

CLARK, Robin; KING, Jannet. **O Atlas da Água: O mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta**. [s.l.]: Publifolha, 2006. 128 p.

COMISSÃO DE CONSTITUIÇÃO E JUSTIÇA E REDAÇÃO FINAL – CCJRF (Município). Lei nº 2856, de 25 de julho de 2011. **Instituindo Mecanismos de Estímulo à Instalação de Sistema de Coleta e Reutilização de águas Servidas em Edificações Públicas e Privadas**. Niterói, RJ.

COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO URBANO - CMADU. **Reuso de água na construção civil.** In: 76º ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – ENIC, Vitória, 2004. Anais.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece Critérios Gerais Para Reuso de água Potável: Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direito não potável de água, e dá outras providências.** Brasília, 09 mar. 2006. p. 1-3.

ENR (USA). ENR (Engineering News-Record) **Top 250 Global Contractors.** 2015. Disponível em: <<http://enr.construction.com/toplists/Top-Global-Contractors/001-100.asp>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

FILHO NETO, Antônio. **Água como material de construção.** 2015. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=266>>. Acesso em: 14 maio 2015.

GRI. Relatório de Sustentabilidade da GRI: Quanto vale essa jornada. [s.l.]: Anais, 2012. 64 p.

HESPANHOL, Ivanildo et al. **Manual de Conservação e Reuso da Água na Indústria.** 1. ed. Rio De Janeiro: FIRJAN, 2006. p. 29.

HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **Manual de avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o padrão global.** [s.l.]: Earthscan, 2013. 216 p.

IFRAH, Georges. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. 1992. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 19 maio 2015.

IPEA. **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Brasília: Anais, 2010. 7 v.

MIERZWA, José Carlos; HESPAÑOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 143 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe Sobre Os Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da água Para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade. **Qualidade da água**. Brasília, Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 nov. 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR nº 18, de 07 de maio de 2015. **Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, p. 1-66.

OAS S.A. (Org.). **OAS Relatório de Sustentabilidade 2013**. [s.l.]: Anais, 2013. 63 p.

ODEBRECHT (Org.). **Odebrecht 2014**. [s.l.]: Anais, 2014. 48 p.

OHNUMA, Daniel K. **Soluções sustentáveis em canteiros de obras com foco na redução de riscos e custos**. São Paulo: CTE (centro de Tecnologia de Edificações), 2014. 42 slides, color.

OLIVEIRA, Cléa Nobre de. **Indicadores de consumo e propostas para racionalização do uso da água em instalações de empreiteiras: caso da refinaria Landulpho Alves de Mataripe.** 2009. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report.** Nova Iorque: Anais, 2000. 87 p.

PESSARELLO, Regiane Grigoli. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: Avaliação e fatores influenciadores.** 2008. 114 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano: A água para lá da escassez:** poder, pobreza e a crise mundial da água. Nova Iorque: Anais, 2006. 52 p.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 23.676, de 04 de novembro de 1997. **Altera A Estrutura Tarifária da Companhia Estadual de Água e Esgoto - Cedae.** Rio de Janeiro, RJ.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009. Estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, criado pela Lei nº. 5101, de 04 de outubro de 2007, e dá outras providências. **Regulamento do Inea.** Rio de Janeiro, RJ, 12 jan. 2009. p. 1-20.

RIOS, Mariana Barreira Campos. **Estudo de aspectos e impactos ambientais nas obras de construção do Bairro Ilha Pura - Vila dos Atletas 2016.** 2014. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SABESP. Comunicado nº 04/15, de 04 de maio de 2015. Comunica Que As Tarifas e Demais Condições Que Vigorarão A Partir de 04 de junho de 2015. São Paulo, SP, 05 mai. 2015. p. 1-15.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 41.446, de 16 de dezembro de 1996. Dispõe sobre O Regulamento do Sistema Tarifário dos Serviços Prestados Pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp. São Paulo, SP, 17 dez. 1996. p. 1-4.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 13.309, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre O Reuso de água Não Potável e Dá Outras Providências. **Água de reuso.** São Paulo, SP, Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=01022002L_133090000>. Acesso em: 10 nov. 2015.

SILVA, Gisele Sanches da. **Programas permanentes de uso racional da água em Campi Universitário: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo.** 2004. 482 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SOUZA, Josuelly Cristainy da Silva et al. **Alternativa de reutilização das águas descartadas proveniente do rebaixamento do lençol freático na construção civil.** In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 1617, 2010, São Luís. Anais. São Luís: Anais, 2010. p. 1 - 19.

TACHIZAWA, Takeshy, and Gildasio MENDES. **Como fazer monografia na prática.** 5. ed. Rio de Janeiro: FGV (2000).

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 427 p.

TAMAKI, Humberto Oyamada. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais - Estudo de caso: Programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo.** 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TCU. **O TCU e as Olimpíadas de 2016:** Relatório de situação. Brasília: TCU, 2013. 40 p.

TEIXEIRA, Marcio. **Conhecendo a Ilha Pura.** In: **UTILIZAÇÃO DO BIM NO EMPREENDIMENTO**, 2015, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: [s.e.], 2015. p. 2 - 16.

UNEP. **A Glass Half Empty: Regions at Risk Due to Groundwater Depletion:** Why is this issue important 2012. Disponível em: <http://na.unep.net/geas/newsletter/images/Jan_12/Figure1.png>. Acesso em: 08 jun. 2015

UNESCO. **Água para um mundo sustentável:** Sumário Executivo. [S.I.]: Anais, 2015. 8 p.

APÊNDICE A – RELAÇÃO DAS MAIORES EMPREITEIRAS SEGUNDO A ENR

Lista das 100 empresas retirada do ranking da ENR (ENR, 2015) e que foram analisadas segundo as informações retiradas de meios oficiais, *site* da empresa, e/ou de seus relatórios.

RA NK	FIRMA	País	STATUS	Status Água	RECEITA (\$ MIL.)
1	China State Construction Engineering Corp	China	Somente Relatório Anual		\$97.870,20
2	China Railway Construction Corp. Ltd	China	Somente Relatório Anual		\$96.195,00
3	China Railway Group Ltd	China	Somente Relatório Anual		88.940,0
4	China Communications Construction Group Ltd	China	Somente Relatório Anual		\$54.181,70
5	VINCI	França	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$54.107,00
6	Grupo ACS	Espanha	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$51.029,30
7	HOCHTIEF AG	Alemanha	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$37.012,80
8	BOUYGUES	França	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$35.993,00
9	Bechtel	USA	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$30.706,00
10	China Metallurgical Group Corp	China	Somente Relatório Anual		\$27.256,30
11	Shanghai Construction Group	China	Somente Relatório Anual		\$24.820,10
12	Fluor Corp	USA	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$22.144,10
13	Leighton Holdings Ltd	Austrália	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$21.547,00
14	Sinohydro Group Ltd	China	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$20.674,70
15	Skanska AB	Suécia	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$18.446,50
16	STRABAG SE	Áustria	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$18.023,00

RA NK	FIRMA	País	STATUS	Status Água	RECEITA (\$ MIL.)
17	EIFFAGE	França	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$16.941,00
18	Obayashi Corp	Japão	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$16.154,00
19	Construtora Norberto Odebrecht	Brasil	Somente Relatório Anual		\$15.145,80
20	Hyundai Engineering & Construction Co. Ltd	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	13.784,9
21	Shimizu Corp	Japão	Somente Relatório Anual		\$13.121,10
22	Kajima Corp	Japão	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$13.069,90
23	Samsung C&T Corp	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$12.949,20
24	Taisei Corp	Japão	Somente Relatório Anual		\$12.839,00
25	Technip, Paris, France	França	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$12.399,00
26	Saipem	Itália	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$12.310,20
27	Bilfinger SE	Alemanha	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$11.301,70
28	Larsen & Toubro Ltd	Índia	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$11.165,00
29	Ferrovial	Espanha	Somente Relatório Anual		\$10.861,20
30	Kiewit Corp	USA	Nada encontrado		\$10.787,60
31	Lend Lease Group	Austrália	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$10.644,20
32	China National Chemical Eng'g Group Corp	China	Somente Relatório Anual		\$10.119,20
33	Royal BAM Group	Holanda	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$9.677,00
34	Samsung Engineering Co. Ltd	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$9.292,50
35	FCC, Fomento de Constr. y Contratas	Espanha	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$9.276,50

RA NK	FIRMA	País	STATUS	Status Água	RECEITA (\$ MIL.)
36	CB&I, The Woodlands	USA	Somente Relatório Anual		\$8.989,50
37	China Gezhouba Group Co. Ltd	China	Somente Relatório Anual		\$8.921,70
38	Takenaka Corp	Japão	Somente Relatório Anual		\$8.910,70
39	Zhejiang Constr. Investment Group Co. Ltd	China	Somente Relatório Anual		\$8.908,30
40	GS Engineering & Construction Corp	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$8.893,60
41	NCC AB	Suécia	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$8.876,70
42	POSCO Engineering & Construction	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$8.186,30
43	Stroygazconsulting LLC	Rússia	Somente Relatório Anual		\$8.140,90
44	Daelim Industrial Co. Ltd	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$8.081,00
45	Daewoo E&C Co. Ltd	Coréia	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$7.978,00
46	Beijing Urban Construction Group	China	Somente Relatório Anual		\$7.431,00
47	Qingjian Group Co. Ltd	China	Somente Relatório Anual		\$7.359,00
48	PCL Construction Enterprises	USA	Somente Relatório Anual		\$7.350,90
49	Dongfang Electric Corp	China	Somente Relatório Anual		\$7.302,50
50	China Yunnan Construction Eng'g Group Co	China	Nada encontrado		\$7.291,60
51	Sinopec Engineering (Group) Co. Ltd	China	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$7.146,60
52	SK Engineering & Construction Co. Ltd	Coréia	Somente Relatório Anual		\$7.099,60
53	Anhui Construction Engineering Group Co. Ltd	China	Somente Relatório Anual		\$7.016,80
54	Beijing Construction Eng'g Group Co. Ltd	China	Nada encontrado		\$6.879,60
55	Abeinsa SA	Espanha	Somente Relatório Anual		\$6.663,90

RA NK	FIRMA	País	STATUS	Status Água	RECEITA (\$ MIL.)
56	OHL SA (Obrascon Huarte Lain SA)	Espanha	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$6.071,80
57	Jiangsu Nantong No. 3 Construction Grp. Co. Ltd	China	Nada encontrado		\$5.979,40
58	Jiangsu Zhongnan Constr. Industry Group Co	China	Somente Relatório Anual		\$5.933,20
59	China National Machinery Industry Corp	China	Somente Relatório Anual		\$5.789,80
60	Petrofac Ltd	Inglaterra	Somente Relatório Anual		\$5.685,10
61	KBR	USA	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$5.515,90
62	Kinden Corp	Japão	Somente Relatório Anual		\$5.466,00
63	Consolidated Contractors Group	Grécia	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$5.289,40
64	JGC Corp	Japão	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$5.229,00
65	Salini Impregilo SpA	Itália	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$5.105,70
66	The Whiting-Turner Contracting Co	USA	Nada encontrado		\$5.062,70
67	PORR AG	Áustria	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$4.735,90
68	China General Technology	China	Somente Relatório Anual		\$4.693,10
69	Jacobs	USA	Somente Relatório Anual		\$4.685,50
70	Balfour Beatty	USA	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$4.607,30
71	Clark Group	USA	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$4.264,50
72	Ed. ZUblin AG	Alemanha	Somente Relatório Anual		\$4.256,30
73	Toda Corp	Japão	Somente Relatório Anual		\$4.221,00
74	Sacyr	Espanha	Somente Relatório Anual		\$4.198,80
75	Tutor Perini Corp	USA	Somente Relatório Anual		\$4.175,70

RA NK	FIRMA	País	STATUS	Status Água	RECEITA (\$ MIL.)
76	Grupo Isolux Corsan SA	Espanha	Somente Relatório Anual		\$4.174,70
77	Chiyoda Corp	Japão	Somente Relatório Anual		\$4.160,40
78	OAS SA	Brasil	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$4.108,00
79	Gilbane Building Co	USA	Somente Relatório Anual		\$4.080,00
80	Lotte Engineering & Construction Co. Ltd	Coréia	Somente Relatório Anual		\$4.035,00
81	The Walsh Group Ltd	USA	Somente Relatório Anual		\$4.034,70
82	China Petroleum Pipeline Bureau (CPP)	China	Somente Relatório Anual		\$4.032,00
83	URS Corp	USA	Somente Relatório Anual		\$4.021,70
84	Construtora Andrade Gutierrez SA	Brasil	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$4.005,60
86	Tecnicas Reunidas	Espanha	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$3.755,40
87	Hanwha Engineering & Construction Corp	Coréia	Somente Relatório Anual		\$3.742,80
88	Acciona Infraestructuras	Espanha	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$3.657,80
89	Penta-Ocean Construction Co. Ltd	Japão	Somente Relatório Anual		\$3.358,50
90	China HuanQiu Contracting & Engineering Corp	China	Somente Relatório Anual		\$3.319,10
91	Sinopec Oilfield Service Shengli Corp	China	Somente Relatório Anual		\$3.306,40
92	Astaldi SpA	Itália	Somente Relatório Anual		\$3.269,70
93	McCarthy Holdings Inc	USA	Somente Relatório Anual		3.263,3
94	CITIC Construction Co. Ltd	China	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$3.229,00
95	Structure Tone	USA	Somente Relatório Anual		\$3.156,60
96	M+W Group GmbH	Alemanha	Somente Relatório Anual		\$3.152,10
97	XPCC Construction & Engineering	China	Nada encontrado		\$3.111,80

RA NK	FIRMA	País	STATUS	Status Água	RECEITA (\$ MIL.)
98	Mota-Engil	Portugal	Relatório de sustentabilidade	Possui dados sobre consumo de água	\$3.091,30
99	BESIX SA	Bélgica	Somente Relatório Anual		\$3.090,00
100	SNC-Lavalin Inc	Canadá	Relatório de sustentabilidade	Sem dados sobre consumo de água	\$3.054,80
90	Foster Wheeler AG	USA	Somente Relatório Anual		\$3.023,00

APÊNDICE B – PRÊMIO ODEBRECHT PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (EDIÇÃO 2015)



Prêmio Odebrecht
para o Desenvolvimento Sustentável
Brasil | 2015

Gestão da Demanda de Água em Canteiros de Obras de Edifícios

Resumo do Projeto

Diante do crescente problemático da falta de água no Brasil, evidencia-se a preocupação em buscar e implantar alternativas que promovam o uso consciente e a minimização dos desperdícios, seja no âmbito individual ou coletivo.

O setor da construção civil demanda um grande volume de água em suas diversas atividades, então faz-se necessária a adoção de medidas durante a execução de qualquer tipo de empreendimento, de modo que o uso do recurso natural seja acompanhado do início ao fim, permitindo que eventuais falhas no sistema sejam verificadas e melhorias implantadas.

Este projeto trata-se de um estudo de caso sobre a execução de um empreendimento de alto padrão localizado na cidade do Rio de Janeiro e que será utilizado como alojamento para todos os participantes dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2016. Tal obra utilizou-se da setorização do canteiro de obras e da medição por telemetria para gerar um extenso banco de dados, o qual permite o traçado de um panorama realista sobre o consumo de água a cada etapa da obra, em diferentes direções, de forma que todos os envolvidos estejam cientes e atuem em conjunto em potenciais melhorias. A viabilidade da pesquisa em questão deve-se a isso, uma vez que não se encontra no mercado brasileiro com facilidade obras que possuem tal sistema de gestão.

Área de Concentração

Engenharia e Construção

19/10/2015

Introdução

Ao se tratar da participação do setor da construção civil no quesito meio ambiente no Brasil, a dificuldade de preservá-lo é diretamente agravada pelos grandes desafios que a indústria da construção deve enfrentar em termos de déficit habitacional e infraestrutura para transporte, comunicação, abastecimento de água, energia, saneamento, atividades comerciais e industriais.

A indústria da construção civil tem que acompanhar o contínuo crescimento populacional do mundo como também todo o desenvolvimento social e econômico (HORVATH, 2004). Como consequência disso, a construção civil utiliza mais da metade dos recursos naturais extraídos do planeta na produção e manutenção do ambiente construído (CBCS, 2014). De maneira geral a água não é vista nem tratada como material de construção, mesmo sendo de conhecimento de todos que o consumo de tal recurso durante a execução de obras é altíssimo (NETO, 2015).

Hoje em dia, a discussão sobre a temática da construção sustentável está cada vez mais em pauta entre os consumidores, acadêmicos e profissionais do ramo da construção civil. Mesmo diante da pior crise hídrica dos últimos 84 anos⁷, que tem afetado uma grande parcela da população brasileira, o enfoque dessa questão, quando se trata de água, ainda se dá em maior parte a respeito de soluções sustentáveis que são aplicáveis na fase de operação do empreendimento.

Dado esse atual enfoque da aplicação de soluções sustentáveis, que exclui as fases anteriores à operação, o presente projeto trata-se do monitoramento de recursos feito durante a execução da obra, mais precisamente da água, ou seja, sobre soluções que podem ser aplicadas ao canteiro de obras e que em conjunto formam uma eficiente ferramenta de acompanhamento dos consumos humano e operacional. Em outras palavras, será feito um estudo sobre gestão da demanda de água em canteiros de obras.

Para tal delimitou-se o foco em obras de edifícios e para desenvolvê-lo será apresentado um estudo de caso que refere-se à uma obra de grande porte que está sendo realizada na cidade do Rio de Janeiro e que apresenta características que não foram encontradas em outros empreendimentos do mesmo tipo, que permitem o

⁷ Dado retirado do site <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/01/1579680-regiao-sudeste-vive-a-pior-crise-hidrica-em-84-anos-afirma-ministra.shtml>. Disponível em 12 de junho de 2015 às 08:29.

desenvolvimento da análise do tema em questão devido à coleta de um extenso banco de dados que tem sido feita desde o início das atividades da obra, que teve seu canteiro de obras setorizado de acordo com os grandes consumidores de água justamente para deixar mais precisa essa coleta, que por sua vez é feita através da medição por telemetria e tem os dados armazenados em um software apropriado.

Desenvolvimento e resultados

Metodologia

Para a concretização desse estudo sobre a gestão da demanda de água em canteiros de obras de edifícios, foi seguida a seguinte metodologia aqui descrita.

Definido o objetivo do estudo, iniciou-se a busca por canteiros de obras de construção de edifícios que apresentassem um sistema de gestão de demanda de água, organizado e documentado, e que permitissem acesso aos dados coletados por tais, viabilizando então uma análise da situação real do consumo de água em cada canteiro e posteriormente uma análise entre diferentes empreendimentos em execução.

Em seguida, a etapa da fundamentação teórica começou a ser executada. Foram feitos levantamentos que ajudassem a definir elementos pertinentes à pesquisa, como as fases de execução da obra de um edifício, meios de entrada de água no canteiro, quais os processos e atividades que demandam água e o principal, como pode ser desenvolvido o processo de gestão de demanda desse recurso natural.

Após essas duas etapas, torna-se possível então iniciar a penúltima etapa do projeto, sendo esta a análise de dados dos estudos de caso, que consiste na determinação das características relevantes do empreendimento e no traçado panoramas de consumo através do estabelecimento de indicadores.

Para finalizar, a etapa da conclusão deverá exprimir todas as impressões obtidas do estudo, expondo a verificação ou não da eficiência da implantação da gestão da demanda de água em canteiros de obras de edifícios.

Resultados

Na procura por canteiros de obras que pudessem corresponder às necessidades do estudo, apenas um empreendimento que atendesse o objetivo foi encontrado, sendo ele um bairro planejado de alto padrão, localizado na cidade do Rio de Janeiro e que antes da entrega do mesmo aos futuros moradores, será utilizado como alojamento para os atletas das Olimpíadas e Paraolimpíadas do Rio de Janeiro de 2016.

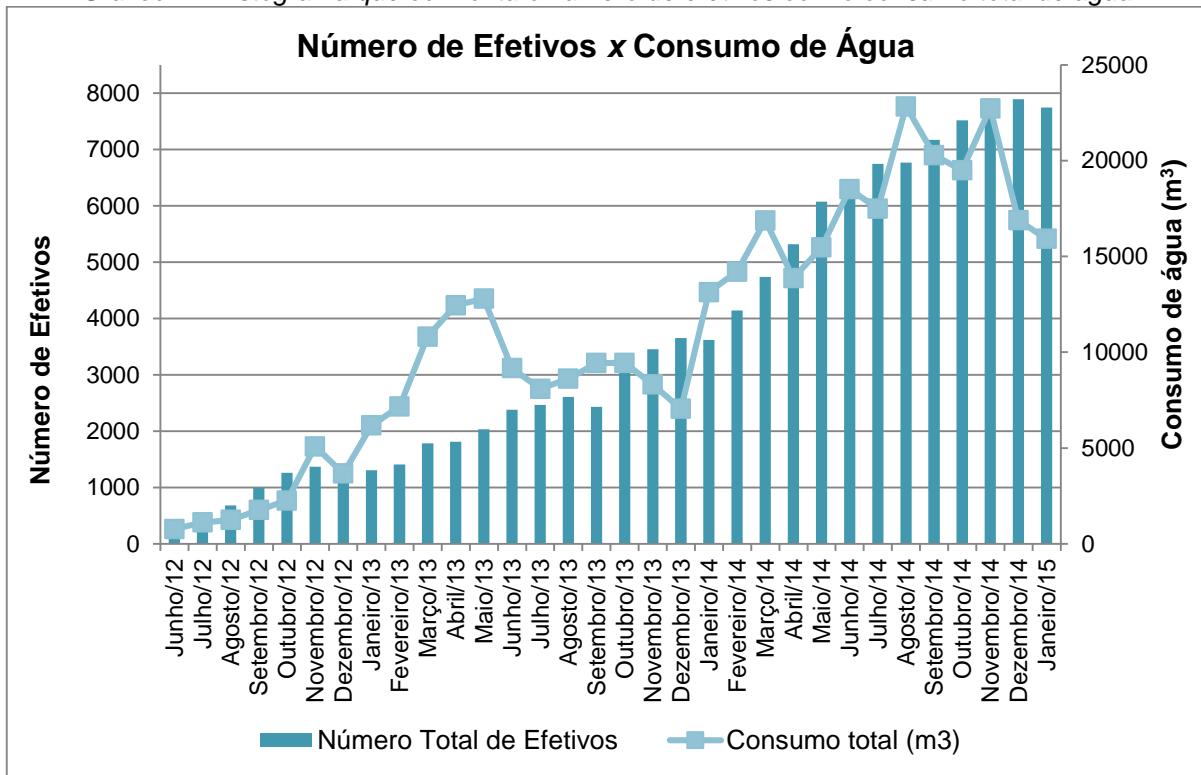
Entrou-se em contato com a equipe responsável pelo setor de sustentabilidade do empreendimento a fim de agendar reuniões e visitas técnicas que auxiliariam o desenvolvimento do estudo. A primeira visita ao canteiro foi realizada no mês de abril de 2015, onde foi possível conhecer a obra, entender toda a sistemática das medições e coletas e também ter o primeiro contato com os dados obtidos por tais.

Em posse dos dados que foram fornecidos, iniciou-se a análise dos mesmos, com o objetivo de criar indicadores que descrevessem o perfil de consumo d'água durante toda a execução do empreendimento e que viabilizassem a verificação, por meio deles mesmos, do funcionamento sustentável ou não do canteiro de obras.

A influência da quantidade de efetivos sobre o consumo de água

Primeiramente, foi confeccionado um histograma referente à quantidade de mão-de-obra. Tratando-se de um canteiro de obras que já registrou a circulação de cerca de 8.000 funcionários, é de extrema importância verificar essa variação da presença humana a fim de relacioná-la com os volumes de água consumidos registrados. Tal histograma pode ser visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Histograma que confronta o número de efetivos com o consumo total de água



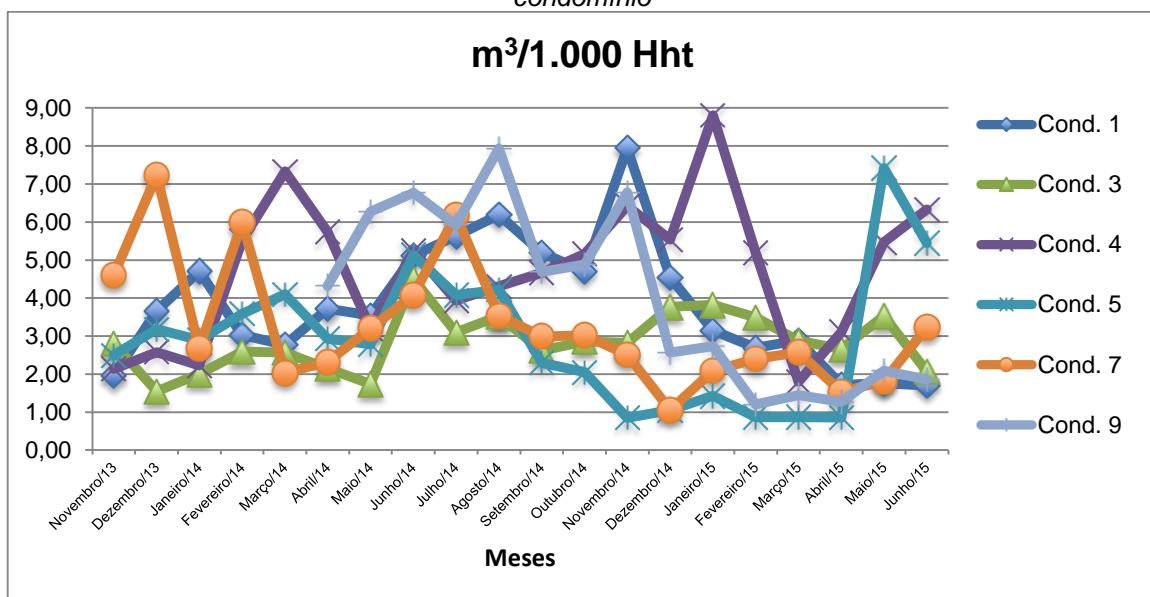
Analisando o período que compreende os meses de setembro e outubro de 2012, percebe-se claramente que há um aumento no consumo de água concomitante ao crescimento do número de funcionários, e essa tendência é verificada em outros períodos também. Esse fato pode levar à conclusão preliminar de que os dois possuem uma relação de crescimento direta. Porém ao se analisar o período que vai de outubro a dezembro de 2013, percebe-se que a cada mês o número de funcionários aumenta enquanto o consumo diminui, indicando então um crescimento inversamente proporcionais.

Concluiu-se então que não se pode estabelecer uma relação direta entre esses dois dados na análise feita acima. Um apontamento para justificar tal conclusão seria o seguinte: um funcionário que trabalhou duas horas e um que trabalhou oito horas, no mesmo dia, contam igualmente como um efetivo/dia, o que deixa a análise comparativa citada anteriormente inconclusiva, já que esse número de efetivos não auxilia a retratar a realidade do canteiro com precisão. Além disso, deve-se levar em consideração que um novo funcionário pode não realizar refeições no local ou mesmo não ficar no alojamento, o que alteraria a quantidade de água consumida por ele no canteiro de obras.

A evolução do consumo de água em relação ao número de horas trabalhadas e ao avanço físico

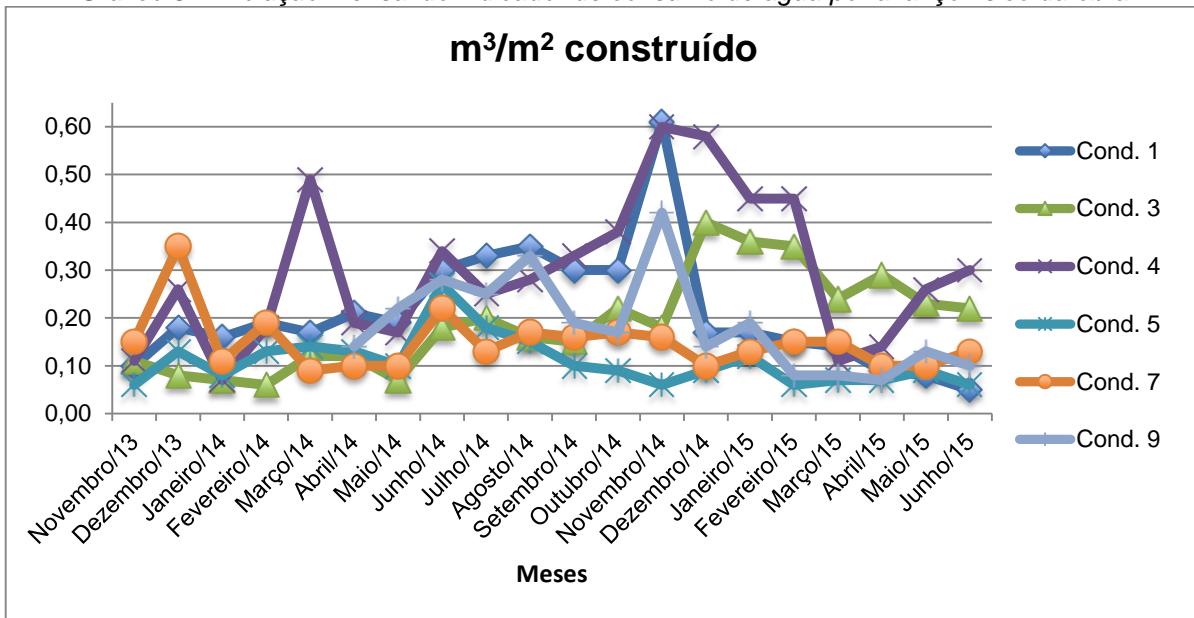
A análise seguinte possui um diferente ponto de vista, que é aquele que leva em consideração não o número de efetivos, mas sim a quantidade de horas trabalhada por tais. Para esse novo indicador, que traz o consumo de água (m^3) a cada 1.000 Hht foi determinado que o mesmo teria maior eficácia se fosse determinado um para cada condomínio em execução do empreendimento, ao invés do canteiro num todo, como feito anteriormente. O resultado pode ser visto no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Evolução do indicador de consumo de água por homem hora trabalhada em cada condomínio



A faixa de variação desse indicador é muito grande, indo de 0,85 a 8,81, já que a análise é mensal e as obras de cada edifício não começaram na mesma data, logo não existe o paralelismo entre as fases de execução entre as diferentes torres, o que explica essa não linearidade dos dados. Além disso, também foi analisado o consumo de acordo com o avanço físico da obra em m^2 (segue abaixo o Gráfico 3). O cálculo desse parâmetro foi fornecido pela equipe da construtora somente como um resultado final, logo não se pode explicitar a determinação do mesmo com propriedade. Novamente, devido ao tratamento de dados mensais e do início em datas diferentes de cada fase, obteve-se uma variação muito grande do indicador, de 0,06 a 0,60, o que não permitiu nenhuma conclusão significante sobre o mesmo, ainda mais pelo fato de não se saber com precisão a determinação da quantidade de m^2 de avanço físico.

Gráfico 3 - Evolução mensal do indicador de consumo de água por avanço físico da obra



A avaliação do consumo de água em cada fase de execução da obra

Resolveu-se então restringir a análise, observando então a execução de cada condomínio de acordo com suas próprias fases de execução. Dessa maneira, o indicador torna-se mais consistente e possibilita a análise da evolução do consumo durante a obra a fim de melhor visualizar em quais fases existe uma maior demanda por água e tornam-se foco de maior atenção das equipes responsáveis.

Foi fornecido o cronograma do empreendimento, onde são explicitadas as datas de início e fim de cada fase da obra, tais como suas durações. São essas fases as sete seguintes: Fundação, Mesoestrutura, Estrutura, Alvenaria, Fachada, Acabamentos e Embasamento. Elas estão explicitadas na Tabela 1:

Tabela 1 - Fases da obra estudada

ETAPA	SERVIÇOS
Fundação	Trabalhos em terra, fundações e outros serviços
Mesoestrutura	Pavimentação
Estrutura	Concreto armado e pré-moldado
Alvenaria	Vedação interna
Fachada	Vedação externa e impermeabilização
Acabamentos	Instalação de equipamentos, revestimentos
Embasamento	Quaisquer elementos presentes entre as torres

Fonte: Elaborado pelos autores

Uma observação a ser feita é que a fase de Fundação será desconsiderada na análise devido à falta de dados de consumo em alguns períodos relevantes.

A análise por fases usará os dois indicadores já citados: m^3 de consumo de água por m^2 de avanço físico e m^3 de consumo de água a cada 1.000 homens hora trabalhada.

Alguns exemplos dos resultados obtidos com esse novo confronto de dados estão expostos abaixo nos Gráfico 4 e Gráfico 5.

Gráfico 4 - Indicador de consumo de água por avanço físico em cada fase de obra do condomínio 3

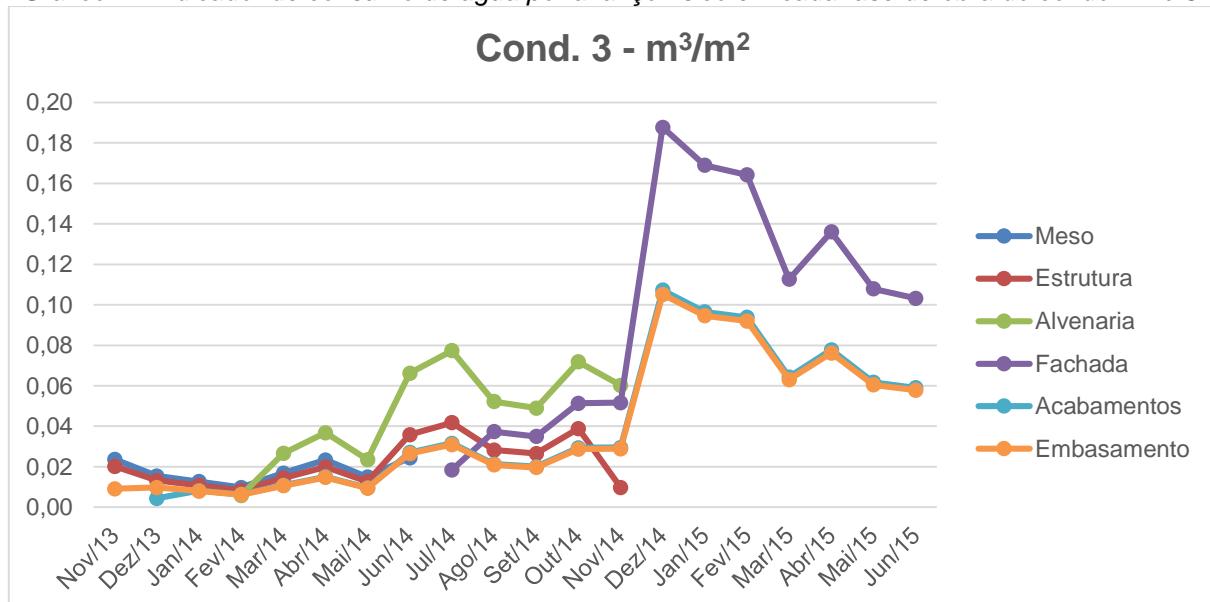
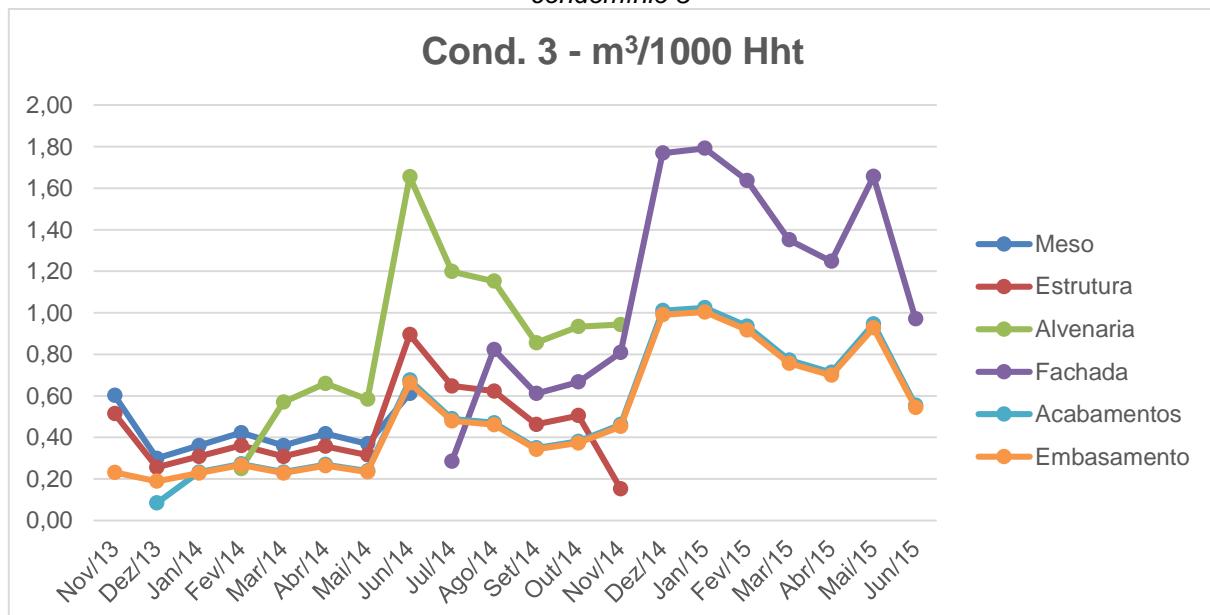


Gráfico 5 - Indicador de consumo de água por homem hora trabalhada em cada fase de obra do condomínio 3



A fim de se estender a análise, foi feito um levantamento dos valores mínimo, máximo e médio de cada indicador em cada fase de cada condomínio, para observar se existe uma variação muito grande entre os mesmos. Nos Gráfico 6 e Gráfico 7 estão ilustrados os resultados, e no Anexo 01 pode ser encontrada a tabela comparativa de todos os condomínios.

Gráfico 6 - Comparativo dos valores mínimo, máximo e médio do indicador $m^3/1000 Hht$ em todos os condomínios durante a fase ALVENARIA

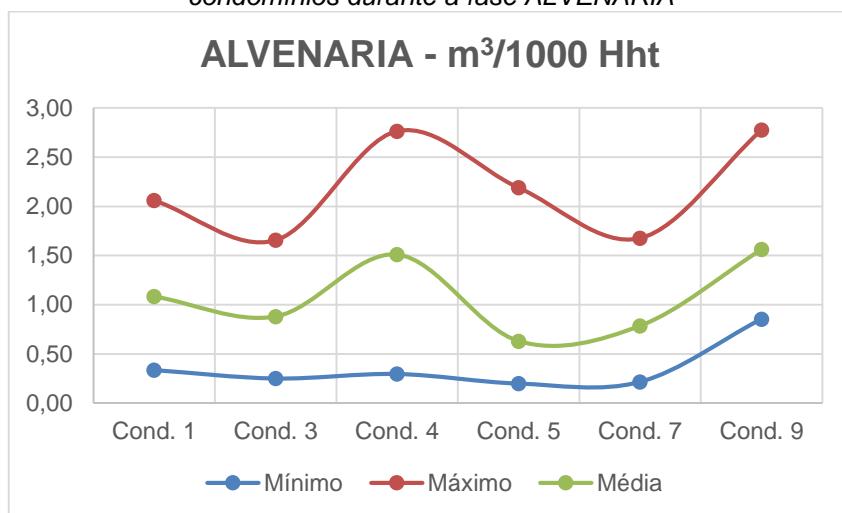
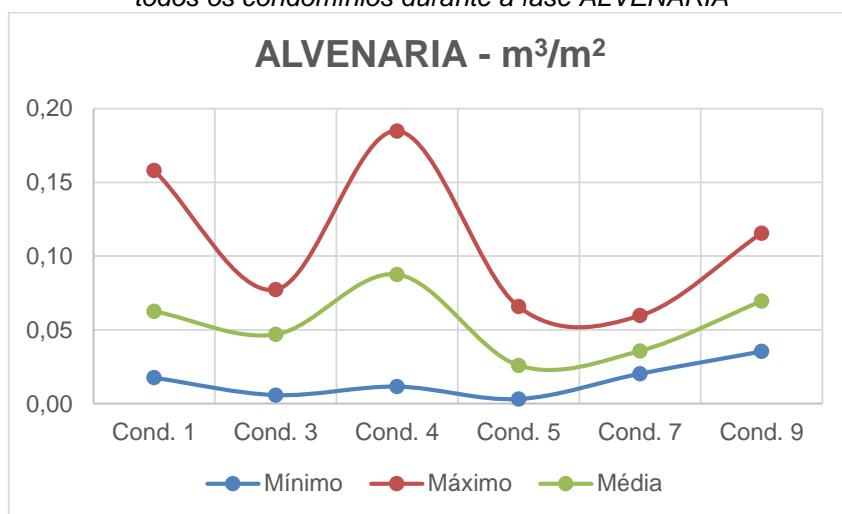


Gráfico 7 - Comparativo dos valores mínimo, máximo e médio do indicador m^3/m^2 de avanço físico em todos os condomínios durante a fase ALVENARIA



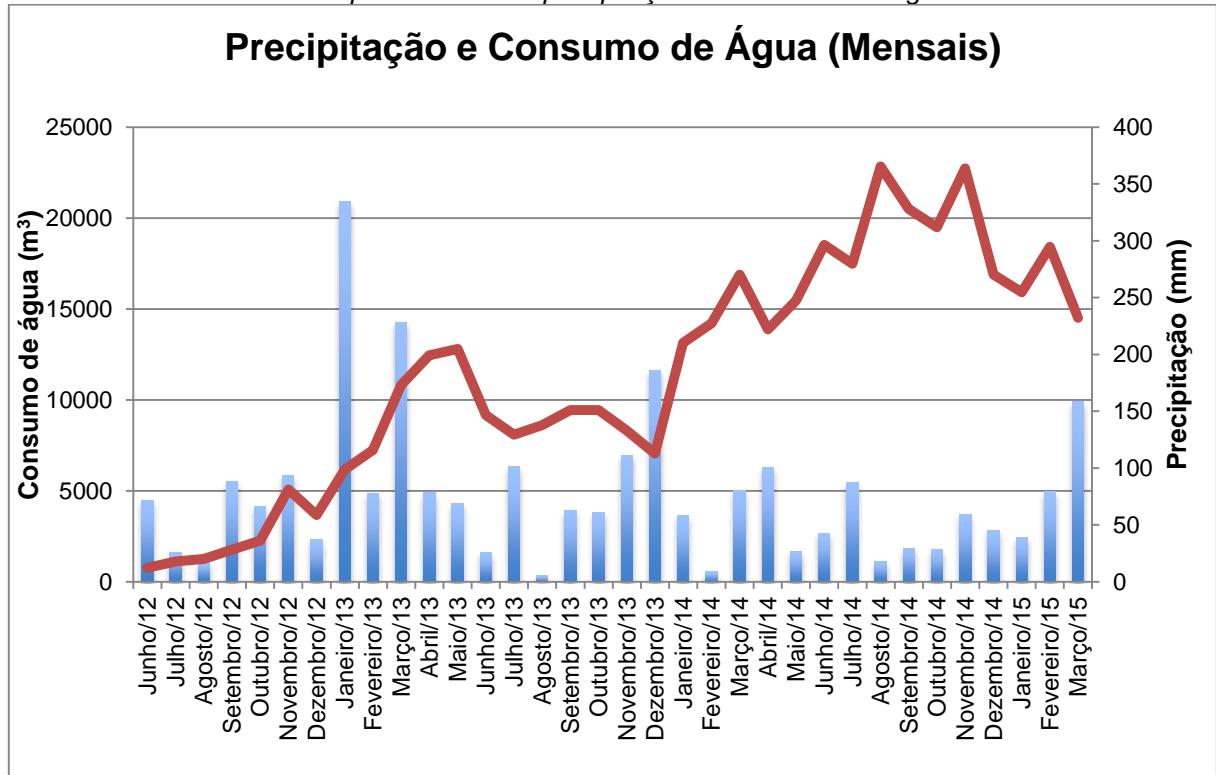
A análise por fases se mostra mais precisa em relação às gerais, retratando melhor o panorama de consumo de água. Além disso mostra-se vantajosa por permitir, após uma sequência de tratamento de dados e indicadores, o extrapolação dos resultados para que sirvam de parâmetro de análise para outras obras de mesmo tipo e porte. Porém, observou-se também uma não linearidade entre os indicadores numa mesma fase a cada condomínio. Como a distribuição do consumo foi feita de acordo

com o avanço mensal do cronograma fornecido como material de estudo, supõe-se que se utilizados valores diários para tal comparação, o resultado obtido será mais preciso e consistente.

A influência da precipitação sobre o volume de água consumido

E como última verificação, determinou-se importante averiguar qual a influência que a precipitação teria sobre o consumo, já que em dias de chuvas não seria consumida água para a umectação de vias, por exemplo, e tratando-se de uma obra de área muito extensa, tal fator se torna determinante. Para isso, buscou-se no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)⁸ o histórico de precipitação, referente à região onde se encontra o empreendimento em questão.

Gráfico 8 - Comparativo entre a precipitação e o consumo de água mensais



O Gráfico 8 ilustra os resultados que em primeira análise, não são conclusivos. Acredita-se que tal relação pode se tornar eficiente após o confronto dos dados diários de consumo com os dados – também diários – de precipitação, para que assim se defina melhor os dias das atividades de umectação e o impacto real da precipitação.

⁸ Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - INMET - Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.

Pegada Hídrica

A pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, seu uso indireto. Trata-se do volume de água utilizado para produzir um produto ao longo de toda a cadeia produtiva.

Pode-se determinar a pegada hídrica de um processo, de um grupo de consumidores, de um negócio, de uma área geográfica, entre outros.

Tal indicador é relativamente novo, e consequentemente, suas ferramentas de avaliação também. Ele pode se mostrar muito eficiente quando aliado a outros indicadores de uso de água.

Porém, devido ao grande número de atividades e processos distintos num canteiro de obras, julgou-se que o cálculo da pegada hídrica do mesmo seria muito complexo, principalmente pela dificuldade em obter certas informações, como as informações por parte de fornecedores de insumos sobre a quantidade exata de água consumida na produção e fornecimento do mesmo. Tal fato iria prejudicar a análise que foi objetivada desde o começo, pois as chances de imprecisões seriam altas e além disso, a visualização dos cálculos e da aplicação de um sistema de gestão baseado somente nesse indicador não seria tão simples quanto o sistema apresentado ao longo desse trabalho, que busca apresentar uma solução sustentável para os canteiros de obras que seja de aplicação prática e sem grandes empecilhos.

Vale ressaltar também que a utilização da proposta de sistema de gestão de demanda de água defendida nesse trabalho se mostra mais vantajosa que o indicador da Pegada Hídrica pois está relacionado à eficiência do uso da água, enquanto o indicador, por ligar diferentes elos da cadeira, relaciona-se mais à escolha de materiais e soluções tecnológicas para a construção civil.

Considerações finais

Conclui-se então que é sim possível fazer a gestão da demanda de água em um canteiro de obras, de maneira informatizada e otimizada, sem que sejam necessários grandes esforços ou custos elevados, fatores que poderiam gerar prejuízos à obra. O retorno que tal gestão implantada ao canteiro de obras pode trazer é de extrema relevância, para que sejam tratados com maior eficácia assuntos que

vão desde a identificação de falhas do sistema, como vazamentos, até mesmo a identificação de padrões de consumos dos mais diversos processos, auxiliando então a busca, cada vez mais intensa, por soluções mais sustentáveis que podem ser aplicadas em canteiros de obras, durante a execução de empreendimentos.

O estudo relatado nesse documento pode ser expandido para a execução dos mais diversos tipos de obras, ampliando então o leque de resultados e análises satisfatórios sobre possíveis processos em comum. Vale ressaltar também que o histórico que pode ser criado a partir de diversas análises em diferentes empreendimentos, uma vez que adotada tal prática de gestão pelas construtoras, pode ser um grande aliado para otimização de orçamentos e cronogramas de obras.

Além disso, foi verificado um fator muito importante e que a princípio não foi apontado como tão decisivo. A qualidade da análise depende não só da precisão dos dados coletados sobre o consumo de água, mas também da qualidade da coleta de dados de todos os fatores que influenciam no aumento ou queda do consumo, como o número de pessoas que consomem direta ou indiretamente e o período no qual o fazem. Deslizes nessa segunda coleta de dados podem comprometer todo um estudo e a coerência dos resultados.

Aconselha-se que tal sistema de gestão tenha sua implantação analisada e considerada por todas as construtoras, independente do porte das mesmas, e que assim que possível, comece a ser executado em todas as obras. São medidas como essa que farão a diferença para um futuro mais sustentável para o setor da construção civil, que tem números tão expressivos e que não devem ser desconsiderados, uma vez que muitos impactos negativos ao meio ambiente podem ser irreversíveis.

Proposta

Para uma eficaz aplicação e uso de um sistema de gestão de demanda de água, baseado na setorização de um canteiro de obras e medições por telemetria, deve-se atentar a todos os detalhes acerca do canteiro desde o seu planejamento.

A setorização deve ser planejada de forma que otimize a coleta de dados, ou seja, é ideal que cada unidade consumidora do canteiro – como por exemplo, uma

cozinha industrial, cada torre a ser construída, uma central de concreto – tenha seu próprio setor.

Após a delimitação da setorização, deve-se atentar aos pontos de instalação dos hidrômetros, que de preferência devem evitar ao máximo localizações que sofram interferências que venham a comprometer a transmissão de dados para os equipamentos receptores. É inevitável que ao decorrer da execução da obra alguns hidrômetros precisem ter sua localização alterada devido aos elementos construídos, então sugere-se que tal alteração seja feita com cautela e planejamento, para que o sistema não sofra grandes prejuízos na coleta.

Quanto à coleta de dados, que pode fornecer informações de acordo com distintos intervalos de tempo (cinco minutos até períodos anuais, entre outros que podem ser determinados pelo usuário do software), esta deve ser monitorada por uma equipe que fique responsável pelo acompanhamento de dados, a fim de identificar eventuais anomalias no sistema ao longo das medições obtidas (como vazamentos) e também de tratar os dados coletados, criando indicadores e traçando panoramas que exponham com veracidade como se encaminha o consumo de água ao longo de toda a obra como também em suas subdivisões (fases). Tal análise de dados é importante não só para o corpo técnico-administrativo responsável pela gestão da obra, mas também deve ser utilizada a fim de se obter documentos que podem ser expostos para todos os funcionários, independente da hierarquia do canteiro, de maneira que alerte e conscientize a todos sobre o consumo desse recurso natural que anda cada vez mais escasso e precisa de que todos se mobilizem para preservá-lo.

Além das constatações feitas acima, pode-se afirmar que esse sistema de gestão pode auxiliar também no monitoramento de outras medidas sustentáveis aplicadas ao canteiro, como estações de tratamento de águas cinzas e negras e tratamento de água previamente utilizada em lava-rodas, de forma que tal acompanhamento de consumo sirva para a quantificação do volume recuperado de água e que retorna para o canteiro, verificando então a eficiência da aplicação, como também o *payback* da solução.

Referências

CBCS. 2014. Aspectos da Construção Sustentável. [Online] Conselho Brasileiro de Construção Sustentável [Acesso em: 15 de setembro de 2015]

<http://www.cbc.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=DAE7FB57-D662-4F48-9CA6-1B3047C09318>

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M. and MEKONNEN, M.M. 2011. Manual de avaliação da pegada hídrica: Estabelecendo o padrão global, The Nature Conservancy, WWF, USP, Water Footprint Network

ARAÚJO, Viviane Miranda. 2009. *Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiro de obras.* São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Dissertação), 2009.

DEGANI, Clarisse Menezes, 2003. *Sistemas de Gestão Ambiental em Empresas Construtoras de Edifícios.* São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Mestrado), 2003.

HORVATH, Arpad. 2004. *Construction Materials and the Environment*, 2004.

NETO, Antonio Filho. 2015. *Água como material de construção.* Fórum da Construção. [Online] Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, 2015. [Acesso em: 15 de setembro de 2015]

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=625>

OHNUMA, Daniel. 2015. *Soluções Sustentáveis em canteiros de obras com foco na redução de riscos e custos.* São Paulo : CTE (Centro de Tecnologia de Edificações), 2015.

OLIVEIRA, Clea Nobre de. 2009. *Indicadores de consumo e propostas para racionalização do uso da água em instalações de empreiteiras: Caso da refinaria Landulphi Alves de Mataripe*. Salvador : Universidade Federal da Bahia (Mestrado), 2009.

PESSARELLO, Regiane Grigoli. 2008. *Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores*. São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Monografia), 2008.

SILVA, G S. 2004. *Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: o Programa de Uso Racional da Água na Universidade de São Paulo*. São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Mestrado), 2004.

TAMAKI, Humberto Oyamada. 2003. *A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais - estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água na Universidade de São Paulo*. São Paulo : Disertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.

Anexo 01

Quadros

m ³ /1000Hht	MESO			ESTRUTURA			ALVENARIA			FACHADA			ACABAMENTOS			EMBASAMENTO		
	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA
Cond. 1	0,78	2,04	1,23	0,60	1,58	1,09	0,34	2,06	1,08	0,69	2,34	1,23	0,24	1,28	0,65	0,30	1,02	0,56
Cond. 3	0,30	0,61	0,43	0,15	0,89	0,44	0,25	1,66	0,88	0,29	1,79	1,14	0,08	1,02	0,53	0,19	1,00	0,51
Cond. 4	0,79	1,19	0,98	0,24	2,31	1,14	0,30	2,76	1,51	0,40	4,64	2,09	0,27	2,62	1,02	0,21	2,29	0,85
Cond. 5	0,33	1,50	1,00	0,08	1,42	0,77	0,20	2,19	0,63	0,22	2,42	0,79	0,13	1,45	0,53	0,12	1,36	0,52
Cond. 7	0,14	2,64	0,82	0,10	3,55	1,12	0,22	1,68	0,78	0,26	1,69	0,89	0,12	1,26	0,53	0,11	1,04	0,49
Cond. 9	1,20	1,74	1,49	0,13	2,31	1,29	0,85	2,78	1,56	0,54	1,53	0,87	0,31	1,33	0,64	0,35	1,51	0,72

m ³ /m ²	MESO			ESTRUTURA			ALVENARIA			FACHADA			ACABAMENTOS			EMBASAMENTO		
	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA
Cond. 1	0,05	0,08	0,06	0,04	0,10	0,06	0,02	0,16	0,06	0,02	0,18	0,07	0,01	0,10	0,04	0,01	0,08	0,03
Cond. 3	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,08	0,05	0,02	0,19	0,10	0,00	0,11	0,04	0,01	0,11	0,04
Cond. 4	0,03	0,11	0,06	0,02	0,15	0,06	0,01	0,18	0,09	0,03	0,31	0,15	0,01	0,15	0,06	0,01	0,13	0,05
Cond. 5	0,01	0,06	0,04	0,01	0,06	0,03	0,00	0,07	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02
Cond. 7	0,01	0,13	0,04	0,01	0,17	0,05	0,02	0,06	0,04	0,02	0,07	0,05	0,01	0,05	0,02	0,00	0,04	0,02
Cond. 9	0,04	0,06	0,05	0,01	0,10	0,05	0,04	0,12	0,07	0,03	0,09	0,05	0,02	0,06	0,03	0,02	0,06	0,03

APÊNDICE C – CRONOGRAMA DA OBRA DE ILHA PURA

Figura 8 - Cronograma da obra do Ilha Pura



APÊNDICE D – SISTEMA DE MEDAÇÃO SETORIZADA – ILHA PURA

O Ilha Pura conta com um sistema de gerenciamento de utilidades destinado a supervisionar 39 pontos de medição de consumo de água, 3 pontos de medição de consumo de gás, bem como 28 pontos de medição de consumo de energia.

Nos pontos de medição de consumo de água são utilizados hidrômetros com transmissor RF (Rádio Frequência) destinado a enviar para 5 concentradores, estrategicamente localizados, as informações de consumo. Por sua vez, esses concentradores irão se comunicar através de sinal GPRS com um servidor central instalado em um computador do Ilha Pura. Os transmissores de RF dos hidrômetros possuem proteção IP-689 e são dotados de bateria de longa duração (tipicamente 10 anos) não havendo necessidade de qualquer tipo de alimentação elétrica externa ou cabeamento de comunicação.

Figura 9 - Hidrômetro com transmissor RF



Fonte: Foto dos autores, tirada no dia da visita de 06.04.2015

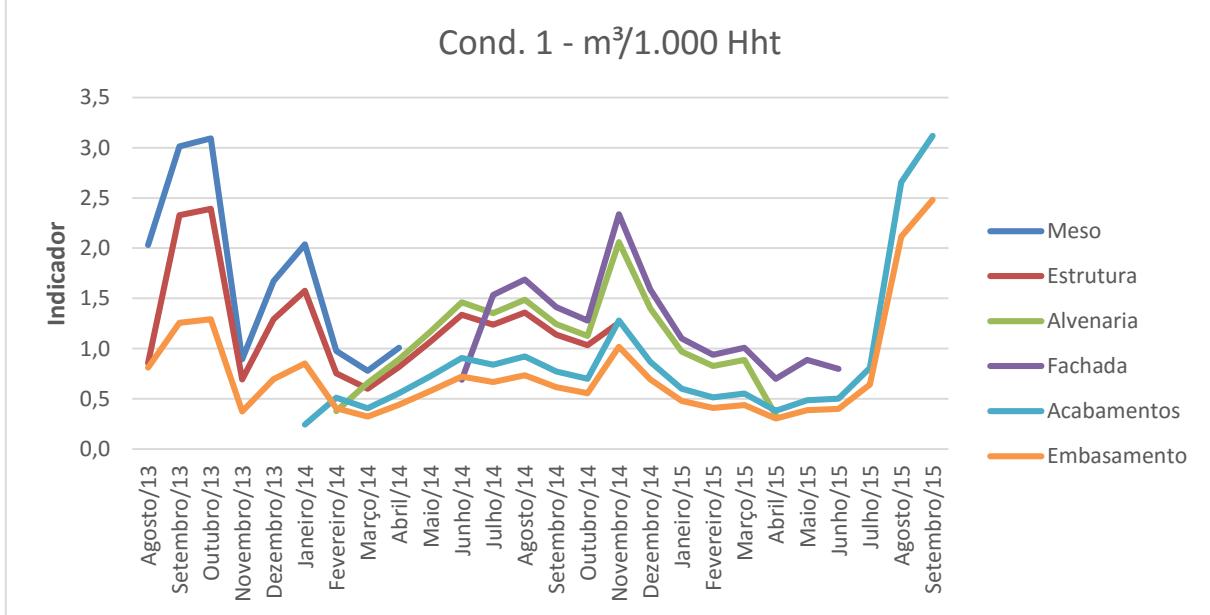
⁹ Segundo a "NBR IEC 60529", representa o grau de proteção dos invólucros dos equipamentos elétricos.

No servidor geral foi instalado um software para a visualização simultânea, permitindo que todos os dados enviados via GPRS sejam coletados e armazenados em banco de dados local permitindo para os usuários o acompanhamento do consumo de água, gás e energia elétrica através de relatórios para impressão e através de gráficos representativos dos consumos monitorados. Esses dados podem ser exportados no padrão CSV para permitir a importação dos dados históricos para outras ferramentas. Tal sistema permite uma área de abrangência sem limites de área física ou problemas com localização dos medidores uma vez que a utilização da infraestrutura celular existente maximiza o alcance da comunicação.

APÊNDICE E – EVOLUÇÃO DOS INDICADORES PARA CADA CONDOMÍNIO

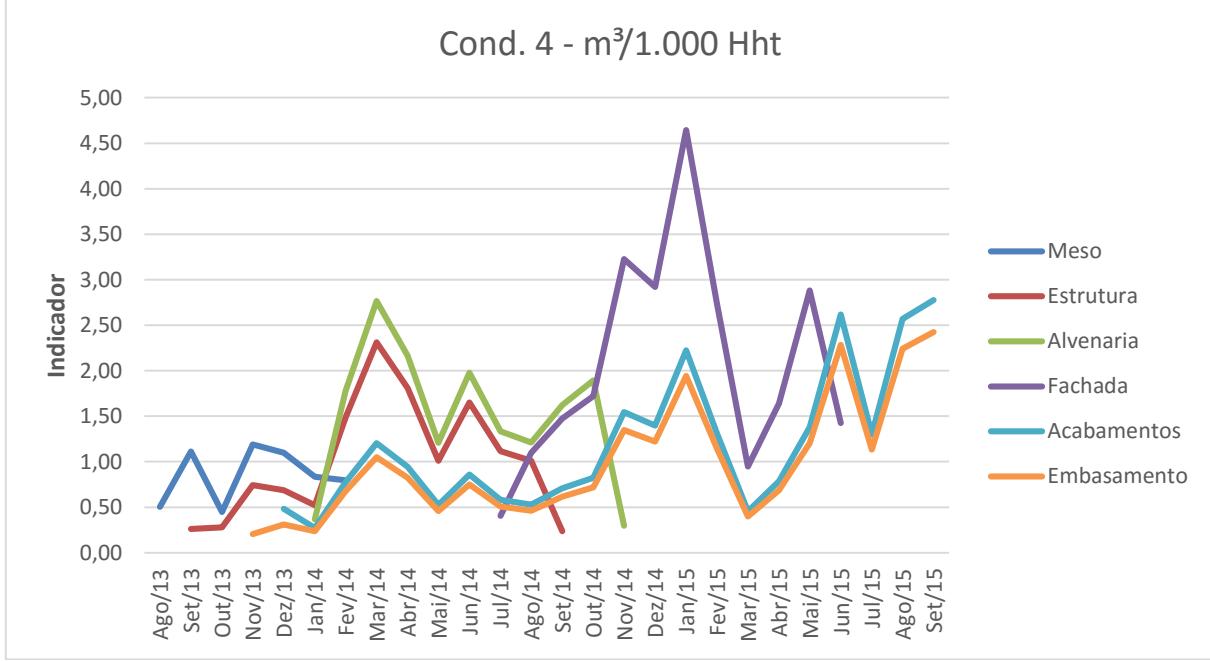
A seguir é apresentado os gráficos com a evolução dos indicadores para cada condomínio do bairro Ilha Pura.

Gráfico 16 - Evolução do indicador $m^3/1.000\ Hht$ do Condomínio 1



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 17 - Evolução do indicador $m^3/1.000\ Hht$ do Condomínio 4



Fonte: Elaborado pelos autores

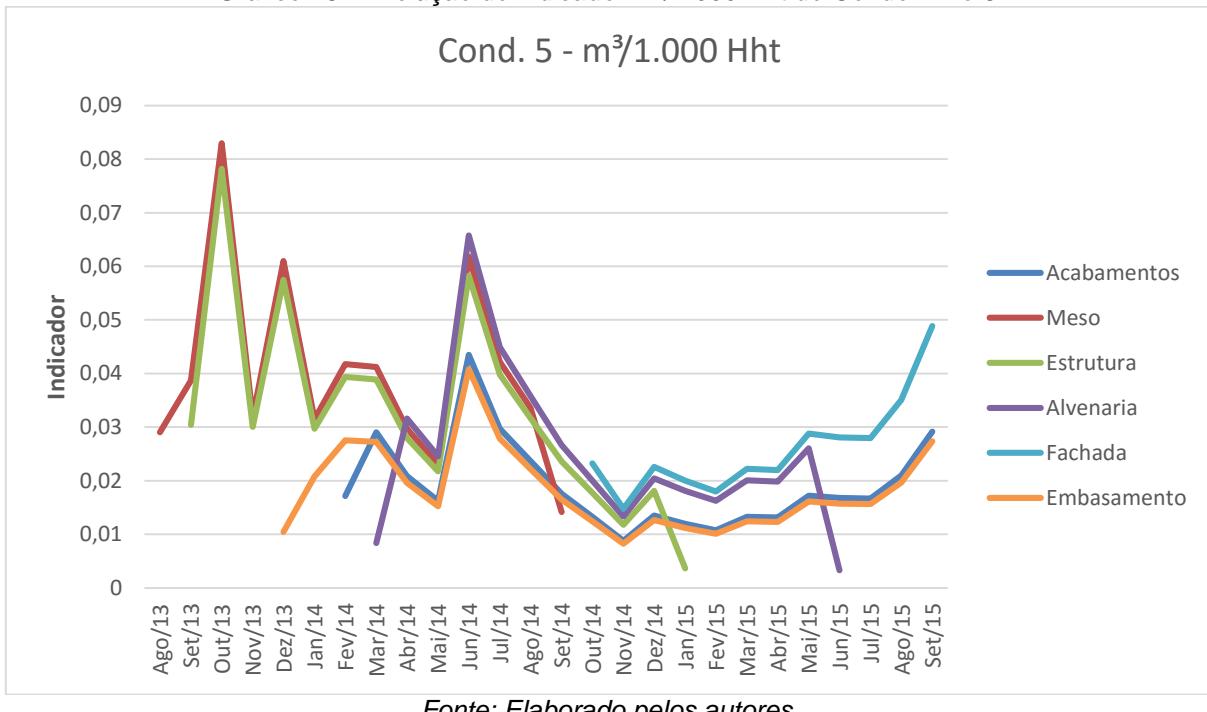
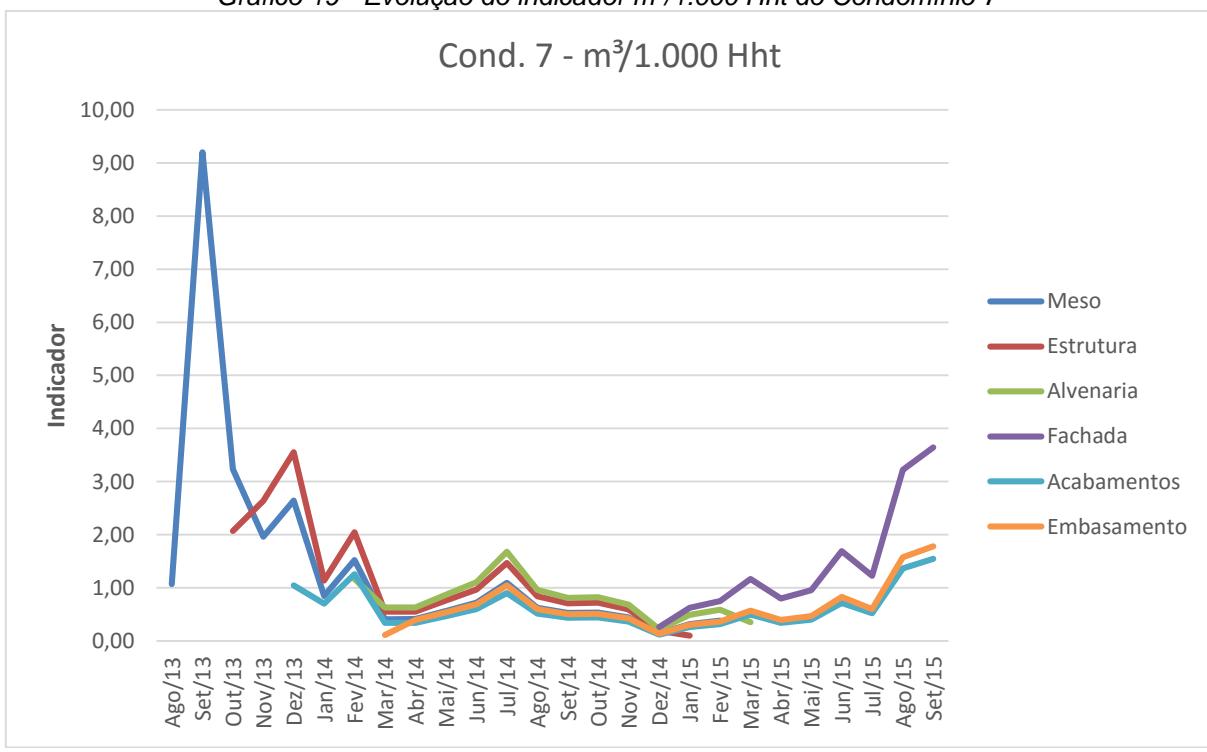
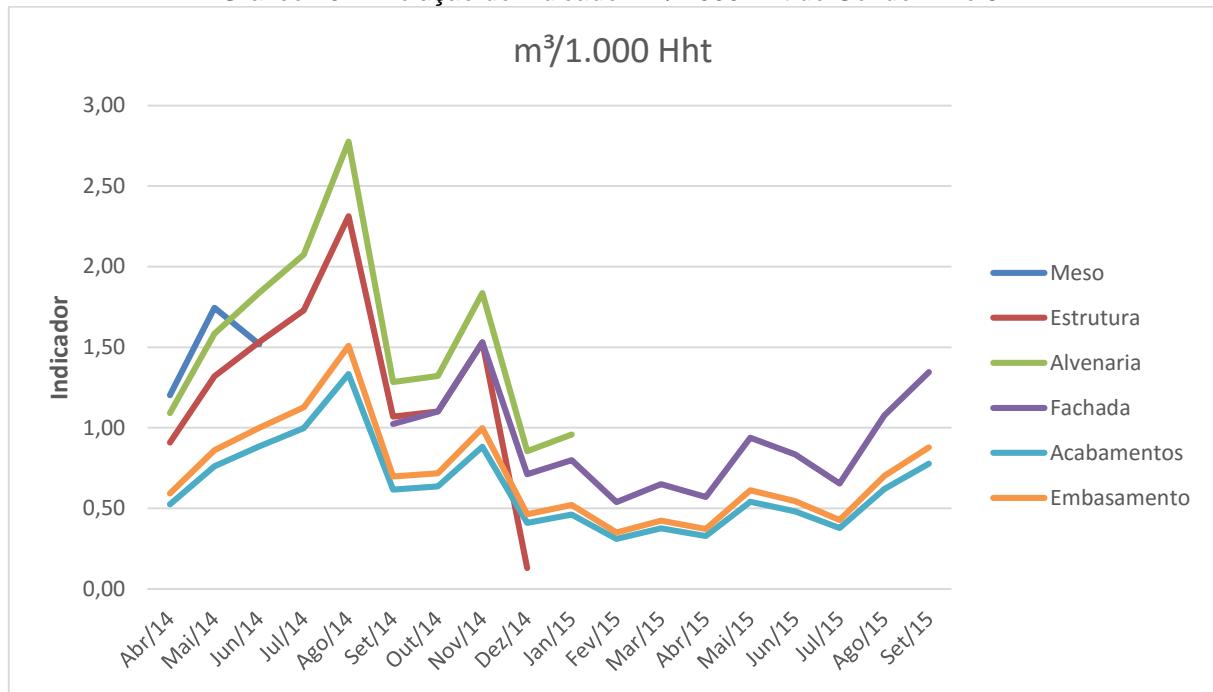
Gráfico 18 - Evolução do indicador $m^3/1.000$ Hht do Condomínio 5Gráfico 19 - Evolução do indicador $m^3/1.000$ Hht do Condomínio 7

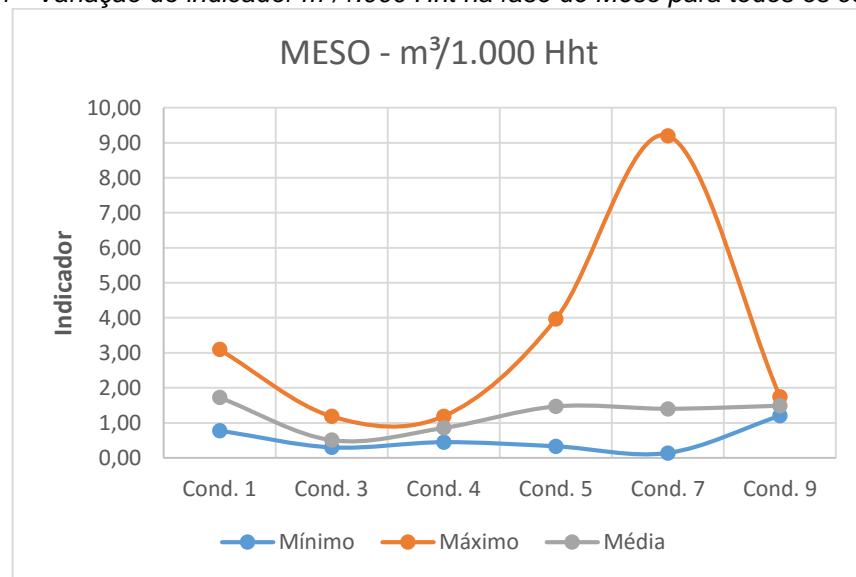
Gráfico 20 - Evolução do indicador $m^3/1.000$ Hht do Condomínio 9

Fonte: Elaborado pelos autores

APÊNDICE F – VARIAÇÕES DOS INDICADORES PARA CADA FASE

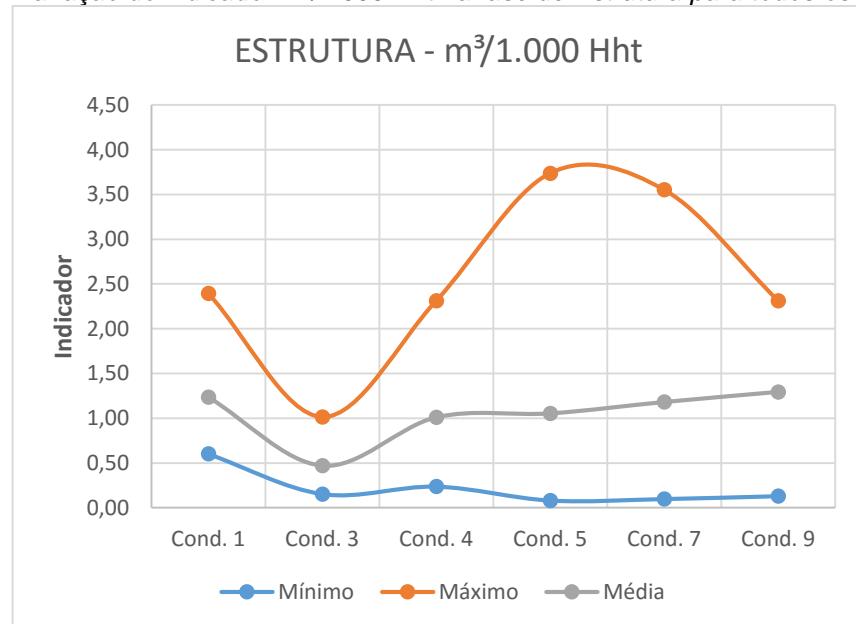
As variações dos indicadores $m^3/1.000 Hht$ para as fases de Meso (Gráfico 21), estrutura (Gráfico 22), fachada (Gráfico 23), acabamento (Gráfico 24) e embasamento (Gráfico 25) são apresentados a seguir.

Gráfico 21 - Variação do indicador $m^3/1.000 Hht$ na fase de Meso para todos os condomínios

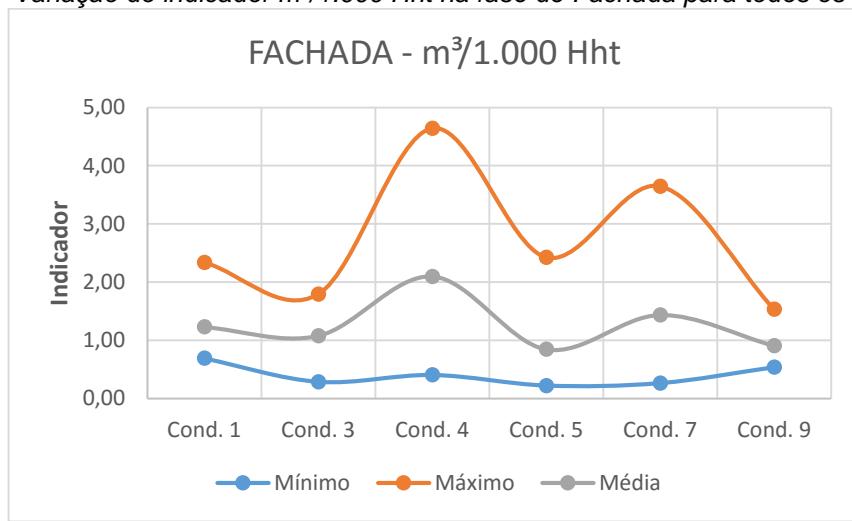


Fonte: Elaborado pelos autores

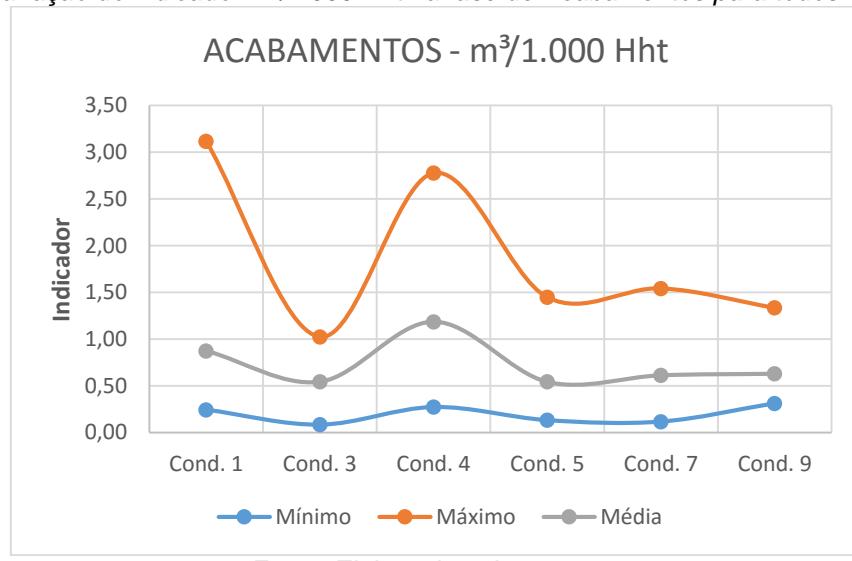
Gráfico 22 - Variação do indicador $m^3/1.000 Hht$ na fase de Estrutura para todos os condomínios



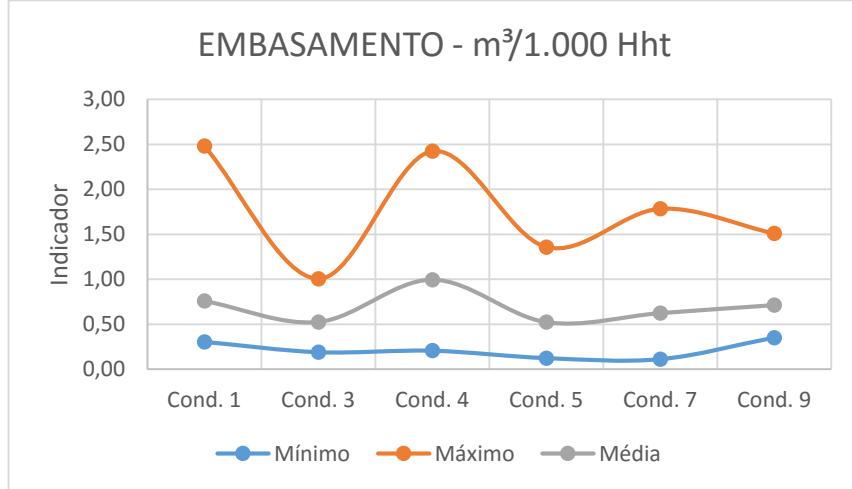
Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 23 - Variação do indicador $m^3/1.000$ Hht na fase de Fachada para todos os condomínios

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 24 - Variação do indicador $m^3/1.000$ Hht na fase de Acabamentos para todos os condomínios

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 25 - Variação do indicador $m^3/1.000$ Hht na fase de Embasamento para todos os condomínios

Fonte: Elaborado pelos autores

ANEXO A – USO HUMANO

A respeito de cada uma das unidades obrigatórias a um canteiro de obras, a fim de garantir o atendimento de todas as necessidades básicas dos funcionários, temos, segundo a norma regulamentadora NR18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (MTE, 2015):

- Instalações sanitárias

Entende-se como instalação sanitária o local destinado ao asseio corporal e/ou ao atendimento das necessidades fisiológicas de excreção.

- Vestiário

Todo canteiro de obra deve possuir vestiário para troca de roupas dos trabalhadores que não residem no local.

- Alojamento
- Local de refeições

Nos canteiros de obra é obrigatória a existência de local adequado para refeições.

- Cozinha, quando houver preparo de refeições
- Lavanderia

As áreas de vivência devem possuir local próprio, coberto, ventilado e iluminado para que o trabalhador alojado possa lavar, secar e passar suas roupas de uso pessoal.

- Área de lazer

Nas áreas de vivência devem ser previstos locais para recreação dos trabalhadores alojados, podendo ser utilizado o local de refeições para esse fim

- Ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 ou mais trabalhadores.