



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DA GESTÃO DA ÁGUA EM CANTEIRO DE OBRA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL - ESTUDO DE CASO**

**HOSANA DOS SANTOS LIMA**

**POMBAL – PB**

**2022**

HOSANA DOS SANTOS LIMA

ANÁLISE DA GESTÃO DA ÁGUA EM CANTEIRO DE OBRA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof.(a) Rosinete Batista dos Santos Ribeiro

POMBAL – PB

2022

L732a Lima, Hosana dos Santos.

Análise da gestão da água em canteiro de obra de construção civil -  
Estudo de caso / Hosana dos Santos Lima. – Pombal, 2022.  
58 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia  
Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de  
Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro.”.  
Referências.

1. Escassez hídrica. 2. Economia de água. 3. Sustentabilidade. 4.  
Consumo hídrico. I. Ribeiro, Rosinete Batista dos Santos. II. Título.

CDU 69.0(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

HOSANA DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA GESTÃO DA ÁGUA EM CANTEIRO DE OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente Hosana dos Santos Lima **APROVADO** em 17 de agosto de 2022 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.

*Rosinete Batista dos Santos Ribeiro*

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro  
(Orientador – UACTA/CCTA/UFCG)

*Aline Costa Ferreira*

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Costa Ferreira  
(Membro Interno – UACTA/CCTA/UFCG)

---

Eng. Sávio José Pereira da Silva  
(Membro Externo – ACCOGIL CONSTRUÇÕES  
E LOCAÇÕES EIRELI)

*Aos meus pais: Jacinta e Osmiro por todo apoio e incentivo. Sem a ajuda deles, esta conquista não seria possível.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus, por ser minha fortaleza, refúgio e minha proteção, por conceber a mim saúde, forças e sabedoria em todos os momentos de minha vida. E especialmente, por todas as conquistas e graças alcançadas.

Aos meus pais, Jacinta e Osmiro, exemplos de vida e forças, a quem serei eternamente grata. Agradeço profundamente por todo carinho, apoio, amor, dedicação em sempre proporcionar o melhor para mim e meus irmãos, por toda educação ao qual me criaram e pelo incentivo aos estudos e a luta por esse sonho. Por sempre me ampararem nos momentos mais difíceis e me estimularem a continuar.

Aos meus irmãos, por todo carinho e cuidado e especialmente por confiarem e apoiarem nas realizações dos meus sonhos.

Ao meu namorado, por estar sempre comigo me motivando a buscar sempre o melhor para mim e a alcançar todos os meus objetivos, e principalmente pela compreensão e comprometimento em estar sempre disponível para me ajudar no desenvolvimento deste trabalho.

A minha orientadora Rosinete Batista, que com sabedoria, paciência e profissionalismo, contribuiu para o crescimento significativo e desenvolvimento deste trabalho por meio de opiniões e sugestões assertivas.

A professora Aline Ferreira e o engenheiro Sávio José por estarem dispostos a compartilhar conhecimentos e por participarem da banca examinadora deste trabalho.

A todos os professores que tive a oportunidade de conhecer e compartilhar conhecimentos ao longo da minha caminhada acadêmica. Em especial ao corpo docente do CCTA do curso de Engenharia Civil, obrigado pelo empenho, comprometimento, incentivo e experiências de vida compartilhadas. Os levarei como exemplo pelo resto da vida.

A minha turma de engenharia civil (2017.1), por compartilharem momentos inesquecíveis que ficarão em minha memória e meu coração. Em especial aos meus amigos: Jaciara Isabelle, José Valderisso, João Pedro, Lucas Pinheiro e Paulo Roberto. Aos momentos incríveis e difíceis por nós compartilhados e pela colaboração na construção deste trabalho. Aos demais aqui não nomeados, mas que de alguma forma contribuíram para tornar essa jornada mais fácil, muito obrigado!

As minhas amigas de longa data: Laura Vanessa e Maria Izabel, que desde o fundamental estiveram próximas e me motivaram a continuar.

Aos amigos que a universidade me proporcionou, em especial: Jimmycori Farias e Myllena Ferreira, que caminharam comigo em parte desta jornada e sempre me apoiaram e torceram por mim.

Enfim, quero agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para a realização e conquista deste sonho, que antes estava tão longe e hoje se concretiza!

Muito obrigada!

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”*

- Arthur Schopenhauer

LIMA, Hosana dos Santos. Análise da gestão da água em canteiros de obra de construção civil – estudo de caso. 2022. 58p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB. 2022.

## RESUMO

A construção civil consome boa parte da água potável no mundo. De modo geral, sabe-se que este setor possui uma grande escala empregatícia e contribui para o desenvolvimento e crescimento de uma sociedade. Desta maneira, é inegável a sua relevância quando se discute a gestão e o consumo de recursos naturais em seu meio. No Brasil, é predominante o sistema construtivo tradicional, que possui elevada representatividade nos excessivos volumes de água consumidos. Nos canteiros de obras, as etapas críticas de consumo se dão nos serviços de acabamentos e fundações. Neste trabalho, buscou-se avaliar o uso e o consumo de água na construção de duas obras residenciais com características construtivas diferentes, com enfoque em sua gestão nos canteiros. Para isso, realizou-se o acompanhamento de construções localizadas no município de São José do Sabugi-PB, no período de 10 de maio a 13 de julho de 2022, sendo realizadas medições diárias através de um hidrômetro. Os resultados demonstraram ser necessário monitoramento e uma gestão contínua do consumo de água dentro dos canteiros. Foi verificado que o maior consumo de água se deu na etapa de execução estrutural, com um valor de 7,56 m<sup>3</sup>. Além disso, este estudo apresenta ações econômicas, sociais e tecnológicas para a melhoria do uso e da eficiência deste recurso natural. Para que a gestão da água ocorra de maneira eficaz, torna-se necessário a adoção de um conjunto de ações, desde a conscientização dos indivíduos até à evolução no processo de construir.

**Palavras-chave:** Escassez hídrica. Economia de água. Sustentabilidade. Consumo hídrico.

LIMA, Hosana dos Santos. Analysis of water management in construction industry work sites – case study. 2022. 58p. Completion of course work (Graduate in Civil Engineering) – Federal University of Campina Grande, Pombal – PB. 2022

## **ABSTRACT**

The construction industry consumes much of the world's drinking water. In general, it is known that this sector has a large employment scale and contributes to the development and growth of a society. This way, its relevance when discussing the management and consumption of natural resources in its environment is undeniable. In Brazil, the traditional building system is predominant, which is highly representative in the excessive volumes of water consumed. On building sites, the critical stages of consumption take place in finishing and foundation services. In this work, we sought to evaluate the use and consumption of water in the construction of two residential works with different constructive characteristics, focusing on their management at the construction sites. For this, constructions located in the municipality of São José do Sabugi-PB were monitored, from May 10 to July 13, 2022, with daily measurements being carried out using a hydrometer. The results showed the need for continuous monitoring and management of water consumption within the sites. It was found that the highest water consumption occurred in the structural execution stage, with a value of 7.56 m<sup>3</sup>. In addition, this study presents economic, social and technological actions to improve the use and efficiency of this natural resource. For water management to take place effectively, it is necessary to adopt a set of actions, from raising the awareness of individuals to the evolution of the construction process.

**Keywords:** Water scarcity. Water Economy. Sustainability. Water consumption.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fundação Rasa.....	23
Figura 2 – Fundação Profunda.....	24
Figura 3 – Sistema de alvenaria convencional (vedação) .....	25
Figura 4 – Sistema construtivo alvenaria estrutural .....	26
Figura 5 – Laje pré-moldada com bloco cerâmico .....	28
Figura 6 – Laje pré-moldada com EPS .....	28
Figura 7 – Ilustração dos tipos de telhados .....	29
Figura 8 – Camadas de revestimentos argamassados.....	30
Figura 9 – Camadas de revestimentos não argamassados.....	31
Figura 10 – Localização do Município de São José do Sabugi – PB.....	35
Figura 11 – Delimitação da área de pesquisa .....	36
Figura 12 – Canteiro 1 .....	36
Figura 13 – Canteiro 2 .....	36
Figura 14 – Renderização da fachada da residência do canteiro 1 .....	37
Figura 15 – Fachada em projeto padrão das casas populares .....	37
Figura 16 – Planta baixa do pavimento térreo (Canteiro 1) .....	38
Figura 17 – Planta baixa do pavimento superior (Canteiro 1).....	39
Figura 18 – Planta baixa casas populares (Canteiro 2) .....	39
Figura 19 – Medição em m <sup>3</sup> /dia do volume de água consumido.....	40
Figura 20– Reboco de residência popular .....	43
Figura 21– Concretagem vigamentos .....	43
Figura 22 – Representação em planta do sistema de abastecimento .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico do consumo de água por fase construtiva .....	20
Tabela 2 – Consumo de água na cura do concreto .....	22
Tabela 3 – Consumo de água da primeira semana de estudo .....	41
Tabela 4 – Consumo de água da segunda semana de monitoramento.....	41
Tabela 5 – Estimativa de consumo para cada etapa executada.....	47

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Consumo de água na produção de concreto dosado na obra .....	21
---	----

## LISTA DE SIGLAS

### Siglas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- CAGEPA – Companhia de água e Esgotos da Paraíba;
- CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável;
- EPS – Poliestireno Expandido;
- FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura;
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- NBR – Norma Brasileira;
- ONU – Organização das Nações Unidas;
- PB – Paraíba;
- PR – Paraná;
- RN – Rio Grande do Norte;
- RS – Rio Grande do Sul;
- SP – São Paulo;
- TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1. Justificativa</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1. Consumo de água em canteiros de obra</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.1. Fabricação do concreto</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.2. Cura de Concreto</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2. Etapas de construção</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.1 Locação de obra e gabarito</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.2 Fundações</b> .....	<b>23</b>
2.2.2.1 Fundações rasas.....	23
2.2.2.2 Fundações profundas.....	24
<b>2.2.3 Alvenaria</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.4 Vigas e pilares de concreto armado</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.5 Cobertura</b> .....	<b>27</b>
2.2.5.1 Lajes pré-moldadas com uso de EPS .....	27
2.2.5.2 Telhado convencional .....	29
<b>2.2.6 Revestimento</b> .....	<b>30</b>
2.2.6.1 Chapisco .....	31
2.2.6.2 Emboço .....	31
2.2.6.3 Reboco.....	32
<b>2.3. Estudos de caso – Consumo de água em canteiros de obra</b> .....	<b>32</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Área de Estudo</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2 Consumo de água nas etapas de construção</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2.1 Amarração de ferragem de vigas e levantamento de alvenaria</b> .....	<b>41</b>
<b>3.2.2 Etapas de locação das fôrmas e concretagem de uma parte do vigamento e madeiramento</b> .....	<b>41</b>
<b>3.2.3 Execução da escada e cobertura em telhas cerâmicas</b> .....	<b>42</b>
<b>3.2.4 Concretagem dos últimos vigamentos e reboco</b> .....	<b>42</b>

<b>3.2.5</b>	<b><i>Locação dos elementos da laje e contrapiso .....</i></b>	<b>44</b>
<b>3.2.6</b>	<b><i>Locação da malha de ferro da laje e locação da encanação com seus respectivos acabamentos no reboco .....</i></b>	<b>44</b>
<b>3.2.7</b>	<b><i>Amarração da malha de ferro e término de acabamentos no reboco .....</i></b>	<b>44</b>
<b>3.2.8</b>	<b><i>Execução da laje – canteiro 1.....</i></b>	<b>45</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Consumo de água durante o período de estudo .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2</b>	<b>Alternativas para a redução do consumo de água em canteiros de obra....</b>	<b>48</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE A – MEDIÇÕES DIÁRIAS DO VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO .....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE B – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DOS CANTEIROS DE OBRAS</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida e fundamental para todos os setores da sociedade, além de possuir valor econômico e social. Dentre os propulsores do consumo desse bem sustentável, encontra-se o setor da construção civil. Esta indústria está entre os setores alvo da agenda global de sustentabilidade, lançada pela ONU e acordada por 193 países-membros (AJAYI *et al.*, 2017).

Se tratando do consumo de água, a construção civil tem grande potencial consumidor, uma vez que, a água está incorporada em todos os processos e/ou etapas da construção, apresentando elevado consumo de água para a execução das obras e fabricação de seus materiais (WATERWISE, 2017).

Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), o setor da construção civil consome boa parte da água potável no mundo. A substituição do uso da água potável por fontes alternativas adequadas poderá diminuir esse valor (COSTA FILHO, 2016). Medidas como o reúso de água dentro do canteiro de obras comprovam a diminuição no consumo do bem, como também a economia nos custos.

É indiscutível que essa indústria proporciona uma grande escala empregatícia, além de contribuir fortemente no desenvolvimento e crescimento de uma sociedade, uma vez que, em suas entrelinhas existem uma grande movimentação de renda voltada para a economia do país. Dessa forma, é inegável a relevância da construção civil quando se discute a gestão e o consumo dos recursos hídricos. É de suma importância entender como se dá o consumo durante todo o processo da obra e identificar as etapas de maior consumo durante a execução.

De acordo com a NBR 12284 (ABNT, 1991), o canteiro de obras é definido como “áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência”. Também pode ser definido como o local destinado à instalação dos equipamentos e ferramentas utilizados pela mão de obra, além de se tratar do local onde há a execução do trabalho no ambiente da obra. Nele, podem estar inseridos o almoxarifado, refeitório, escritório e até mesmo os alojamentos para as grandes obras. Porém, em obras de pequeno porte onde se dispõe de trabalhadores locais nela inseridos, é comum se contar apenas com um

pequeno almoxarifado, para armazenar equipamentos e materiais necessários para a realização da mesma.

As taxas de desperdícios e perdas dos recursos na construção civil são sempre altas, isso se deve à falta de pequenos projetos, e principalmente de planejamento adequado no ato da inserção do layout dos canteiros de obras (CÉZAR NETO, 2014).

A cidade de São José do Sabugi, localizada na mesorregião de Borborema, no estado da Paraíba, vêm crescendo quanto a questão do setor da construção civil nos últimos cinco anos, e conseqüentemente o consumo de água tem aumentando devido aos canteiros de obra e todo o processo de execução. Neste contexto, este trabalho tem o intuito de analisar o consumo de água na fase de execução das obras e propor alternativas de uso racional deste recurso, tendo em vista propiciar resultados positivos na gestão do consumo da água.

### **1.1. Justificativa**

A escassez hídrica é uma temática muito recorrente em todo o território mundial. É relevante ressaltar que os recursos hídricos vêm sofrendo crescentes pressões que poderão acarretar em disputas entre os diferentes setores da economia, e conseqüentemente entre as regiões e nações (WWAP, 2015).

Diante da situação alarmante envolvendo a disponibilidade de água doce, a crise hídrica assola diversos países e diferentes regiões. Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) a escassez de água afeta mais de 40% das pessoas em todo planeta e quase todos os continentes. Tendo em vista a crescente urbanização e, principalmente o crescimento acelerado da população brasileira, a demanda de água aumentará significativamente nas últimas décadas.

Aliado ao crescimento populacional, tem-se o crescimento das atividades humanas, incluindo as relativas à construção civil. Nessa interação, a indústria da construção civil representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente, atuando em todo ciclo de vida das estruturas, desde a concepção até a demolição.

Dessa forma, sabendo que este ramo tem papel fundamental na conservação dos recursos hídricos, é de suma importância realizar um estudo da gestão de água dentro dos canteiros de obra, acompanhando todas as etapas de execução e aferindo

as de maior consumo. Alternativamente, ressalta-se a necessidade de sugerir maneiras adequadas que proporcionem o uso sustentável e racional da água.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Estudar a gestão da água em canteiro de obras da construção civil no município de São José do Sabugi – PB, tendo em vista apontar medidas de intervenções que promovam o uso racional da água na fase de execução da obra e a economia da água nesse tipo de empreendimento.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar as práticas nas etapas da construção civil, considerando o consumo de água na obra, durante o tempo de monitoramento;
- Estimar o consumo mensal de água em canteiro de obra, identificando as etapas de maior consumo;
- Apontar medidas de intervenção para a redução do consumo de água na obra.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Consumo de água em canteiros de obra

Dias (2006) destaca a necessidade da busca por maiores níveis de qualidade e eficiência nos processos através da racionalização da produção. A indústria da construção civil consome a água na extração, produção e manufatura, bem como no processo de construção da edificação.

Existem estudos como o de McCormack *et al.* (2007) que buscam determinar o consumo de água incorporada na fase de construção das edificações. Esse tipo de avaliação em canteiros de obras possibilita a identificação de possíveis falhas no sistema, como por exemplo, vazamentos, e até mesmo verificar padrões de consumo dos mais diversos processos.

De acordo com o relatório anual e de sustentabilidade 2022 (ano base 2021) realizado pela construtora Even, apresenta-se uma tabela com base em diferentes obras realizadas anualmente, em que se pode comparar os resultados obtidos nessa pesquisa com os resultados apresentados pelo autor de acordo com cada etapa construtiva (Tabela 1).

Tabela 1 – Histórico do consumo de água por fase construtiva

Fase construtiva	Consumo médio (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )		
	Ano		
	2019	2020	2021
Fundação	0,33	0,17	0,11
Estrutura e Alvenaria	0,47	0,39	0,44
Acabamentos	0,55	0,52	0,49

Fonte: Even (2021)

Nota-se que os consumos médios nas fases construtivas variam no decorrer dos anos, isso pode ser justificado pelas tipologias, características construtivas e áreas construídas distintas entre as obras.

### 2.1.1. Fabricação do concreto

O consumo de água na execução de uma estrutura de concreto é elevado e não pode ser desprezado (PESSARELLO, 2008).

As estimativas de consumo de água na fabricação de concreto virado na obra apresentadas no Quadro 1, são baseadas nas composições do livro TCPO (2003). Os consumos variam de acordo com o traço e a resistência à compressão desejada, além do fator água x cimento.

Quadro 1 - Consumo de água na produção de concreto dosado na obra

Fck (MPa)	Fator água/cimento (L/kg)	Cimento (kg/m <sup>3</sup> )	Água (L/m <sup>3</sup> )
10	0,88	241	212,08
15	0,79	280	221,20
18	0,68	305	207,4

Fonte: Conforme composições do livro TCPO (2003)

Na produção do concreto, tanto na obra quanto em usinas industriais, o fator água-cimento é determinante. A resistência do concreto está inversamente proporcional a relação água/cimento, quanto maior a relação água/cimento, menor será a resistência do concreto à compressão. Em vista disso, na execução de um traço de concreto ou na produção de argamassas, o controle do consumo de água é de extrema importância.

Para a confecção de um metro cúbico de concreto, gasta em média de 160 a 200 litros de água (PESSARELLO, 2008). Ainda de acordo com o autor, na compactação de um metro cúbico de aterro podem ser consumidos até 300 litros de água.

### 2.1.2. Cura de Concreto

Segundo Corrêa (2013), a cura do concreto trata-se de uma série de procedimentos utilizados com o intuito de controlar a hidratação ideal do cimento, resultando ao final do processo, em peças com a resistência adequada. A perda de água acontece por meio da evaporação da água de amassamento, presente na composição do concreto, para o meio ambiente. Podendo ser evitada através da saturação em água do ambiente.

A cura do concreto pode ser feita de diferentes maneiras, porém a mais comum é a imersão contínua com água das superfícies expostas do concreto. Todavia existe também o processo de cura feito pela cobertura em tecidos de aniagem, cobertura por serragem ou areia, todos saturados por água; de papeis betumados impermeáveis ou de lonas plásticas mantidos sobre as superfícies expostas e de preferência de cor clara evitando o aquecimento do concreto e conseqüentemente a retração térmica. Esse processo, influencia no ganho de resistência, diminuição da porosidade, absorção de água, na redução do surgimento de fissuração e eflorescência (PALMA et al., 2013).

Tabela 2 – Consumo de água na cura do concreto

<b>Tipo</b>	<b>Espessura (cm)</b>	<b>Água (l/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Molhagem de tecidos</b>	2,0	0,02
<b>Lâmina d'água</b>	5,0	0,05

Fonte: Pessarello (2008)

## **2.2. Etapas de construção**

### **2.2.1 Locação de obra e gabarito**

A implantação da obra no terreno é o processo de transferência dos dados do projeto de planta baixa, para o local da construção. Em outras palavras significa demarcar a posição em tamanho real de cada elemento construtivo. Nesta etapa, é de suma importância a presença de um engenheiro civil ou arquiteto, onde no processo de execução da locação da obra deve-se adotar o máximo rigor possível, além de contar com o auxílio de técnicas e equipamentos que garantem o controle perfeito das dimensões do edifício (BARROS E MELHADO, 2002).

Primordialmente, é feito a demarcação do local, para isso há a necessidade do serviço de levantamento topográfico. O levantamento é evidenciado pela NBR 13.133 (ABNT, 1994), e é executado antes de qualquer trabalho na área a construir. Existem, porém, os métodos tradicionais e manuais onde a locação se dá por meio de cavaletes ou tábuas corridas (gabaritos).

Segundo Ferraz (2019), o método do contorno ou da tábua corrida, trata-se de um elemento de extrema importância na obra, e de simples aplicação. Os gabaritos, tratam-se de uma estrutura de madeira – pontaletes, tábuas e guias –, em sua maioria madeira rústica, locados de forma a contornar todo o local a ser construído. Os sarrafos (como alguns autores nomeiam os gabaritos) devem estar alinhados com ângulos de 90° e nivelados, além de serem rígidos, ou seja, não pode haver nenhum movimento em sua estrutura.

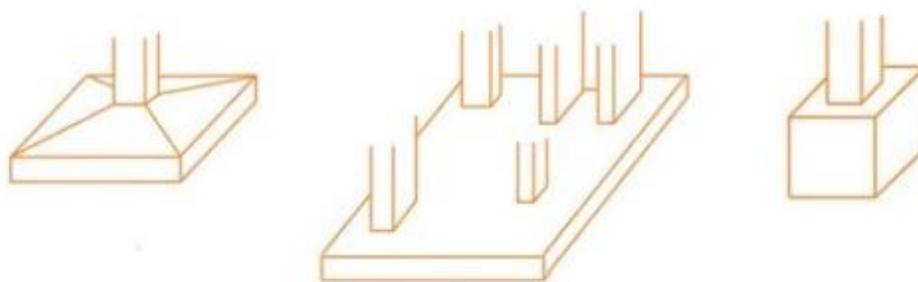
## 2.2.2 Fundações

Segundo Falconi *et.al* (2019), as fundações têm por finalidade transmitir as cargas das superestruturas ao solo podendo ser classificadas como fundações rasas ou superficiais, e em fundações profundas.

### 2.2.2.1 Fundações rasas

As fundações rasas são as responsáveis pela transmissão das cargas da estrutura para o solo através das pressões distribuídas em sua base que se encontram logo abaixo da infraestrutura (ALONSO 2010). São divididas em sapatas (sapata corrida, sapata isolada e sapata associada), bloco, radier e viga baldrame. Utilizadas em projetos sem muita complexidade e ou altas solicitações de cargas, em geral possui profundidade igual ou inferior a 3 metros da superfície do solo (PEREIRA 2017).

Figura 1 – Fundação Rasa



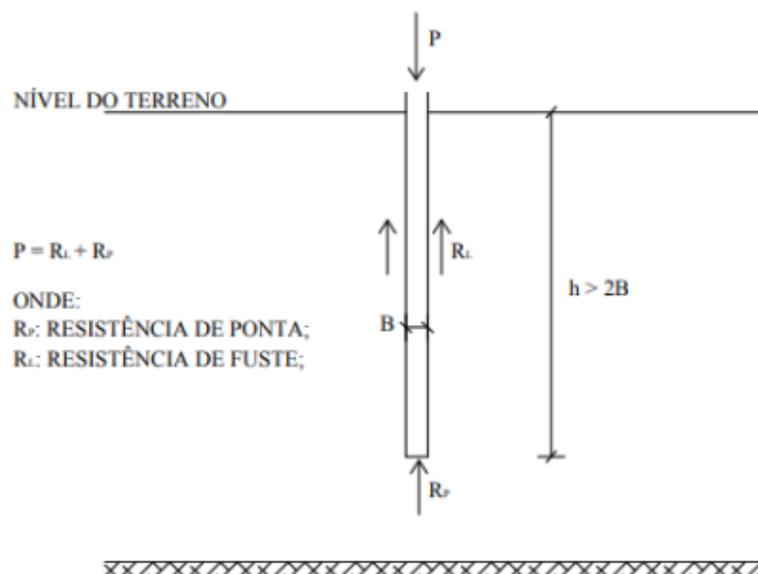
Fonte: Schneider (2020).

### 2.2.2.2 Fundações profundas

De acordo com a NBR 6122, a fundação profunda trata-se de um elemento de fundação que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) e até mesmo por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3 metros. E podem ser classificadas em estacas, tubulações e caixões (ABNT, 2019).

Entretanto, as fundações profundas também são muito aplicadas na construção civil, principalmente em projetos que exigem um grau de complexibilidade na estrutura maior. Elas além de transmitir as cargas pela base também transmite por atrito lateral, sua profundidade é no mínimo três metros e superior ao dobro da sua menor dimensão, como é o caso das estacas, tubulões e os caixões (ABNT, NBR 6122:2010).

Figura 2 – Fundação Profunda



Fonte: Fontana e João (2019)

### 2.2.3 Alvenaria

Alvenaria trata-se de uma técnica construtiva que acompanha a espécie humana desde os primórdios da civilização (SILVA; MOREIRA, 2017). Dentro de tantos materiais antigos inseridos na construção civil, a alvenaria se destaca por ser o mais antigo (BARBOSA, 2015). As alvenarias podem ser de vedação, portante ou estrutural.

Ao longo dos tempos, diferentes técnicas construtivas em alvenaria foram desenvolvidas. Dentre estas, uma das técnicas mais comuns é a alvenaria de vedação (SILVA; MOREIRA, 2017), que é o sistema construtivo com maior utilização no Brasil (PILOTTO; *et al.*, 2017; SILVA; MOREIRA, 2017). Isso se deve ao fato de o método construtivo manter as mesmas características e técnicas de construção ao longo do tempo proporcionando uma grande familiaridade aos trabalhadores. Essas técnicas possuem baixo uso de máquinas e uma produção artesanal, elevando os desperdícios das mãos-de-obra, do tempo e principalmente do material, além da subjetividade nas decisões, descontinuidades e fragmentações da obra (SILVA; MOREIRA, 2017). De acordo com Roque (2009) esse tipo de alvenaria caracteriza-se por elevados desperdícios, pela adoção de soluções construtivas no próprio canteiro de obras (na maioria das vezes, no momento em que se realiza o serviço), pela ausência de fiscalização dos serviços, além de deficiente padronização do processo de produção e a ausência de planejamento.

Figura 3 – Sistema de alvenaria convencional (vedação)



Fonte: Pra Construir Blog (2022)

Este modelo é formado por vigas e pilares que irão suportar as cargas das lajes de concreto e preenchidos por blocos cerâmicos para a vedação, os espaços entre esses elementos estruturais.

Dessa maneira, as paredes são conhecidas como “não-portantes”. Depois de construídas é preciso fazer alguns cortes ou “rasgá-las” para a colocação das

instalações hidráulicas e elétricas. Em seguida se inicia o revestimento, aplicando o chapisco, emboço, reboco e a pintura ou cerâmica (SOUZA, 2013).

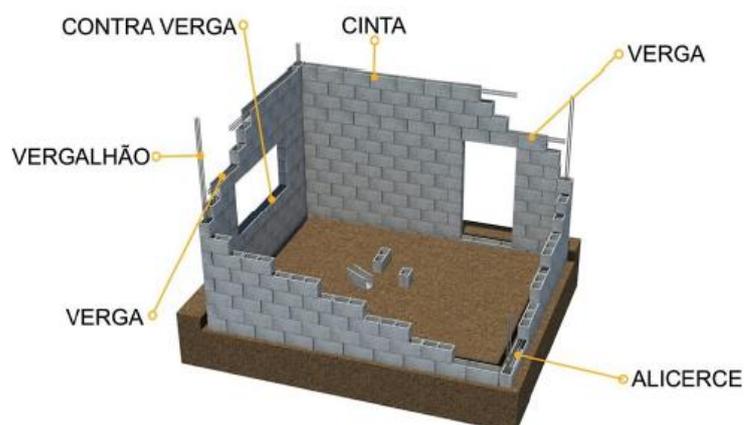
A alvenaria estrutural é definida como uma forma de execução onde as paredes da edificação são executadas de modo a resistir as cargas solicitadas e definidas em projeto. Ou seja, as alvenarias estruturais trata-se de um sistema construtivo no qual as paredes possuem a função de resistir as cargas, não havendo a necessidade da implantação de vigas e pilares em sua estrutura (ROMAN, MUTTI E ARAUJO, 1999).

Segundo Parsekian e Soares (2010), elas apresentam outras funções além da vedação:

A alvenaria pode ser definida como um componente constituído por blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. Além das funções de alvenaria de vedação – conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo, durabilidade -, a alvenaria estrutural tem a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços a que o edifício possa ser submetido.

Para Silva (2011), a resistência da alvenaria nesse modelo construtivo deve ser perfeitamente calculada e controlada, a fim de garantir a segurança do sistema.

Figura 4 – Sistema construtivo alvenaria estrutural



Fonte: Construindo Casas (2021)

## 2.2.4 Vigas e pilares de concreto armado

Vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante” (NBR 6118/14). Todos os elementos em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes o maior comprimento da seção transversal dele, é denominado como elemento linear.

Pilares são “Elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes” (NBR 6118/20141, item 14.4.1.2).

As vigas assumem a forma de um bloco retangular, geralmente colocado acima de duas colunas de concreto denominada de pilares, e acima das paredes. É formada por concreto armado, projetado para suportar e distribuir os esforços e cargas de lajes. Faz-se necessário a utilização de fôrmas para moldar o concreto. Normalmente as fôrmas são feitas com tábuas e sarrafos de madeira e amarradas com parafuso borboleta ou arame.

## **2.2.5 Cobertura**

A cobertura é definida como a parte superior da edificação que a protege contra as intempéries. Segundo Guerra et.al (2010), além de proteger, a cobertura também tem a função de isolante de térmico e acústico, visando sempre o conforto e o bem estar de seus usuários.

De acordo com a NBR 15575-5 (2008) as funções de um sistema de cobertura são ampliadas em garantir a preservação da saúde dos usuários da edificação, por meio da proteção contra a infiltração de umidade, além da proteção dos demais sistemas da edificação.

### **2.2.5.1 Lajes pré-moldadas com uso de EPS**

Lajes são elementos planos e laminares, cuja dimensão perpendicular à superfície é relativamente pequena quando comparada às demais, e onde se predominam as ações normais ao seu plano (CARVALHO e FIGUEIREDO FILHO, 2014).

Segundo Perlin *et al.* (2019), elas apresentam comportamento de placa, associado à flexão local devido ao carregamento vertical aplicado diretamente sobre a laje, ou de chapa, relacionado ao contraventamento da estrutura quando se admite atuação de carregamento horizontal advindo de ventos.

Borges (1997), especifica que lajes pré-moldadas são formadas por uma parte pré-moldada de concreto armado, usualmente conhecidas como vigotas, um elemento

de enchimento, como bloco cerâmico ou isopor (E.P.S.) e uma capa de concreto moldada no local (Figura 5 e Figura 6).

De acordo com o estudo de Bezerra (2020) intitulado de “estrutura de laje pré-moldada: análise comparativa entre enchimento com EPS e bloco cerâmico” a laje pré-moldada:

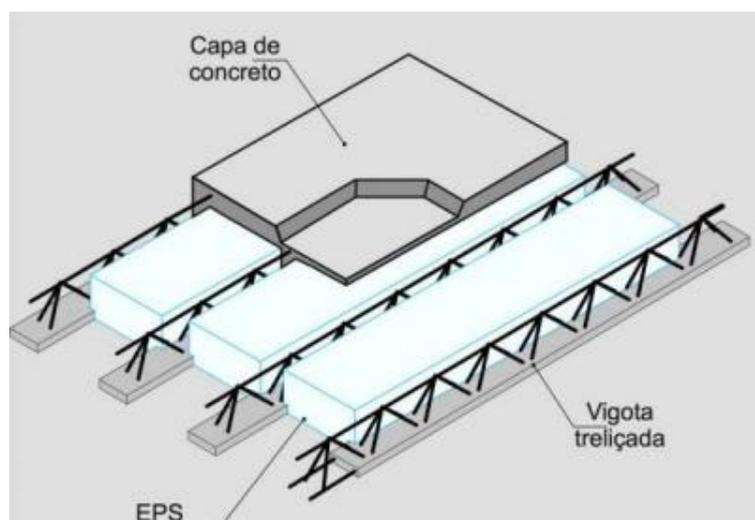
É constituída por linhas, denominadas vigotas pré-moldadas, sendo assim necessário o uso de algum elemento para preencher os espaços entre linhas, geralmente usam-se blocos cerâmicos ou bloco de EPS (poliestireno expandido). Após o preenchimento entre linhas, aplica-se uma capa de concreto para nivelar o piso, bem como para que a distribuição uniforme na laje seja garantida. (BEZERRA, 2020).

Figura 5 – Laje pré-moldada com bloco cerâmico



Fonte: Duraleve (2018).

Figura 6 – Laje pré-moldada com EPS



Fonte: Lajes Jundiaí (2015)

SILVA *et al.* (2012), explica que o uso de isopor (EPS) no sistema de lajes pré-moldadas substitui com vantagens as lajotas cerâmicas e de concreto, por ser um material muito leve. Além de possuir uma boa resistência mecânica, proporcionar um bom isolamento térmico e acústico e ter maior facilidade para recortes nas tubulações e cantos irregulares.

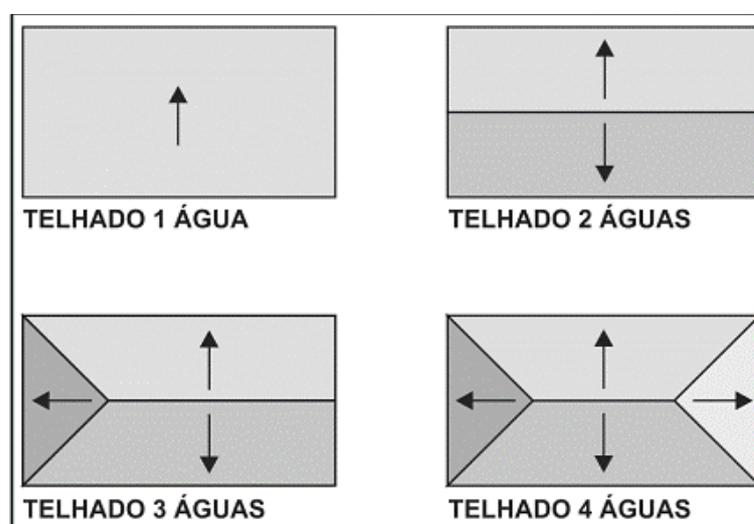
### 2.2.5.2 Telhado convencional

Conhecidos também como telhados de águas, devido aos painéis inclinados, por onde escoam as águas da chuva. Estes podem apresentar uma, ou várias águas inclinadas (SILVA, 2012).

A água de um telhado é o número de direção que a água da chuva vai escoar. Por exemplo, o telhado de uma água possui caimento somente para um lado, ou seja, toda a água coletada vai ser encaminhada em uma única direção. Já o telhado de duas águas possui inclinações em duas direções diferentes, assim a água pode ser direcionada em direções distintas. (DALDEGAN, 2016).

Na Figura 7 estão ilustradas diferentes formas de queda d'água dos telhados convencionais, indicando o sentido de escoamento das águas pluviais.

Figura 7 – Ilustração dos tipos de telhados



Fonte: Construindo (2018).

Esse tipo de cobertura geralmente é composto por tesouras e/ou pórticos, podendo ser de telhas de cimento de amianto, fibrocimento e telhas cerâmicas. Ressalta-se que a grande maioria das residências em que portam de um telhado

convencional utilizam para sua cobertura as telhas cerâmicas, tendo em vista o isolamento térmico proporcionado pela mesma, principalmente quando pintadas com tinta acrílica branca (COELHO, 2019).

Segundo Santos (2019), uma das grandes vantagens em sua utilização são a disposição de beirais largos dispensando o uso de calhas, além da proteção à edificação contra intempéries.

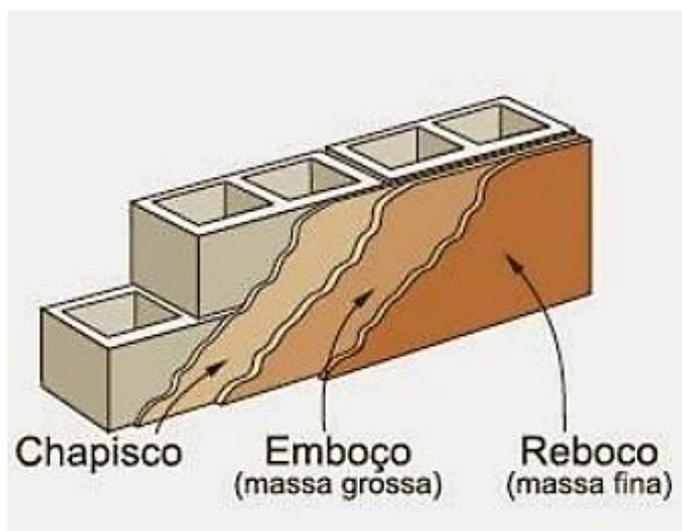
## 2.2.6 Revestimento

O sistema de revestimento é uma etapa de suma importância em uma obra de construção, seja ele para o piso ou paredes. Isso acontece pelo fato dessa etapa interferir nas características funcionais e estéticas da residência e/ou edifício.

A etapa de revestimento deve ser realizada com cuidado, uma vez que, é considerada a mais suscetível aos fenômenos patológicos, que aparecem durante a vida útil de uma construção. Evitando dessa maneira, patologias que prejudicam não somente a estética da construção, como também sua vida útil (NBR 13529, 1995).

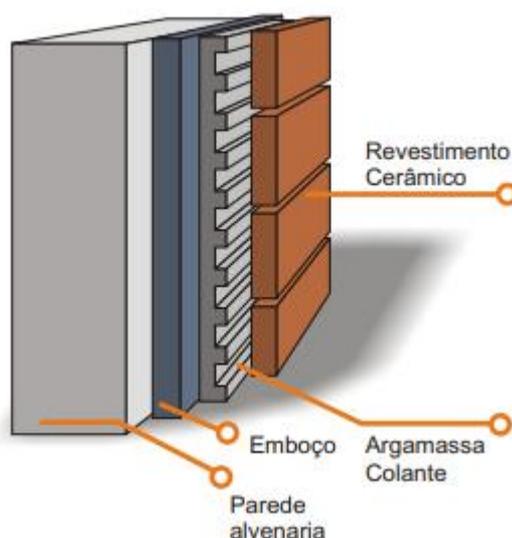
O revestimento pode ser classificado de duas formas, sendo elas: revestimento argamassado (aplicação de argamassa sobre alvenarias e estruturas, sendo estes divididos em três camadas: chapisco, emboço e reboco) e os não argamassados (elementos naturais ou artificiais, assentados sobre o emboço de regularização com o auxílio de materiais especiais de fixação), como porcelanatos, madeiras, etc (ZULIAN, 2002).

Figura 8 – Camadas de revestimentos argamassados



Fonte: Furlan Engenharia e Arquitetura (2014)

Figura 9 – Camadas de revestimentos não argamassados



Fonte: Manual de Assentamento de Revestimentos Cerâmicos (2011)

#### 2.2.6.1 Chapisco

A primeira etapa do revestimento inicia-se com o preparo da alvenaria, retirando toda sujeira ou substância que possa comprometer o resultado final do mesmo, como pregos, arames, desmoldantes, óleos e etc. Além disso, é importante ressaltar que, é preciso que seja feito o processo para hidratar a alvenaria deixando-a adequada para receber o chapisco e não alterar o traço do mesmo (YAZIGI, 2021).

Seu traço é respectivamente 1:3 de cimento e areia (grossa), com funcionalidade de garantir a aderência da alvenaria com a próxima camada, evitando assim o surgimento de patologias devido aos diferentes fatores externos no qual o revestimento está sujeito (QUINTELA, 2006).

#### 2.2.6.2 Emboço

De acordo com a NBR 13755 (2017), que trata dos revestimentos cerâmicos de fachadas, a camada do emboço tem a função de regularizar a superfície do chapisco, possibilitando o recebimento de outra camada seja de reboco ou revestimento decorativo, ou até mesmo o acabamento final.

Originado de uma mistura de areia, cimento e cal, o emboço atua como base para a aplicação do reboco, promovendo boa ancoragem que garante uniformidade de absorção para que haja boa aderência entre as duas camadas. Dependendo do tipo de acabamento especificado em projeto, o emboço pode se constituir na única

camada de revestimento, conhecido como emboço paulista. Este por sua vez, pode receber aplicações de azulejos e cerâmicas como acabamentos de revestimentos de paredes.

#### 2.2.6.3 Reboco

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 1995) o reboco é a camada final de um revestimento com múltiplas camadas, servindo assim como acabamento. Trata-se da camada de revestimento aplicada para o cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final. A camada do reboco possui uma espessura fina servindo para o preparo da superfície para o acabamento final, lixamento, tinta base e pintura.

Além disso, é uma camada de proteção externa para as paredes evitando infiltrações das águas pluviais que porventura possam vir a prejudicar a vida útil do material e o aparecimento de patologias, como por exemplo o mofo.

### 2.3. Estudos de caso – Consumo de água em canteiros de obra

- **Estudo de caso 1**

Na pesquisa realizada por Pessarello (2008) que versou sobre consumo de água na construção de edifícios, foram selecionados três canteiros com obras de características construtivas e tipologias diferentes, todas localizadas em São Paulo (SP). Cada canteiro possui uma construtora responsável pela produção da obra. A construtora A é uma multifuncional responsável por um empreendimento de 120.000 m<sup>2</sup> de área construída, sendo 9 torres de 25 pavimentos, além de uma praça de 13.000 m<sup>2</sup> e apartamentos de alto padrão. A construtora B, produziu uma obra com uma área construída de 5.100 m<sup>2</sup>, a obra trata-se de 1 torre de 11 pavimentos e 33 apartamentos distribuídos 3 em cada andar. E por fim a obra da construtora C, têm 4.200 m<sup>2</sup> de área construída, com 1 torre e 9 pavimentos.

O autor verificou que o consumo de água é relevante e aponta para a necessidade de se implantar propostas de economia dentro dos canteiros, uma vez que, o custo da água é bastante representativo, conforme análise realizada na construtora B, apontando percentual de 0,7% do custo do consumo de água em relação ao custo total do empreendimento. Além disso, com a alta demanda e a baixa

oferta deste insumo, o custo do mesmo tende a aumentar elevando assim, ainda mais o seu percentual no custo total do empreendimento.

- **Estudo de caso 2**

Romano (2017) realizou estudo em quatro obras localizadas em Campo Mourão – PR, onde o principal objetivo da pesquisa foi computar os dados de sustentabilidade e compará-los dentro das possibilidades, afim de identificar o de maior consumo. As quatro obras estudadas tratam-se de condomínios residenciais com diferentes características e áreas construídas. As obras que apresentaram menor consumo não se encontravam concluídas. Já o maior consumo foi observado para a obra C, devido ao início da mudança dos moradores para os seus respectivos apartamentos, com a conclusão da obra.

- **Estudo de caso 3**

Marques *et al.* (2017), realizaram um estudo do consumo de água e energia em canteiros de obra, para isso constatou os dados de uma construtora em Passo Fundo – RS. Foram selecionadas seis obras, com medições do início ao fim da execução, sendo uma obra do tipo residencial e comercial, outra do tipo comercial e as demais residenciais. O sistema construtivo empregado em todas foi o concreto armado.

Foram verificadas que as obras comerciais são mais racionalizadas e simplificadas, uma vez que, possuem menos acabamentos e revestimentos, acarretando o em consumos de água menores que os demais empreendimentos estudados. Nessas obras, devido a áreas menores de banheiros e cozinhas, bem como, a inexistência de uma área de serviço, observou-se uma considerável redução em serviços de cerâmicas em geral. Além disso, houve também uma redução na quantidade de serviço de instalações hidrossanitárias.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

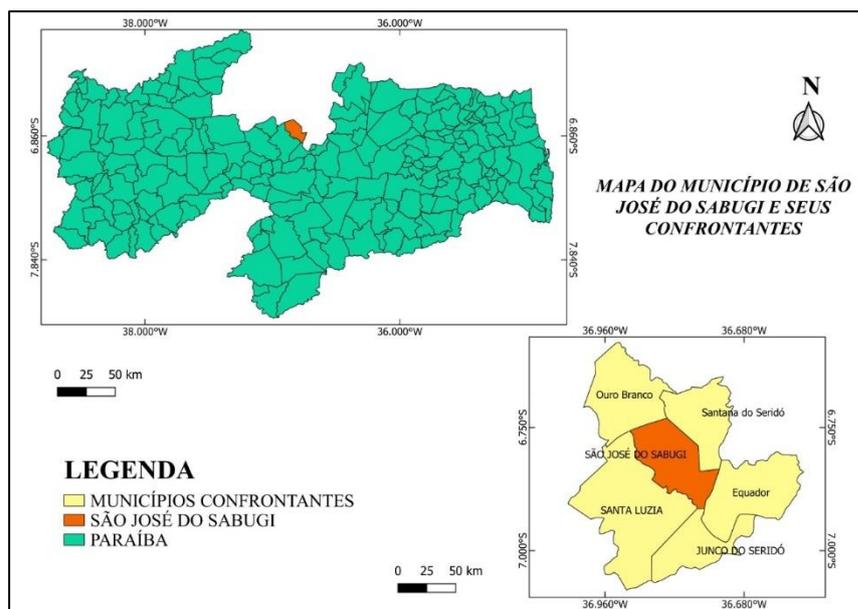
No tocante ao uso racional e/ou gestão da água em canteiros de obras, observa-se que existem pesquisas e orientações para a adoção de estratégias de controle e minimização do consumo durante o período de construção. Todavia, ainda não há implantação massiva dentro dos canteiros, talvez devido à falta de fiscalização das normas regulamentadoras estaduais e nacionais.

Dessa maneira, realizou-se pesquisas em livros, trabalhos, monografias e etc, afim de obter conhecimentos e assim elaborar alternativas que quando praticadas proporcionam um uso racional da água em canteiros de obra e conseqüentemente reduz significativamente o desperdício desse bem natural.

#### **3.1 Área de Estudo**

O município de São José do Sabugi (Figura 10) está localizado na mesorregião de Borborema e na microrregião do seridó ocidental paraibano, região metropolitana de Patos, no estado da Paraíba, a uma distância cerca de 280 km da capital João Pessoa. Limita-se ao norte com Ouro Branco - RN e Santana do Seridó - RN, leste com Santana do Seridó - RN e Equador - RN, sul com Equador - RN e Santa Luzia - PB e, oeste, com Santa Luzia - PB e Ouro Branco - RN. Possui uma área territorial de 213.555 km<sup>2</sup> (IBGE 2010). De acordo com o último censo demográfico realizado pelo IBGE (2010), a população do município era de 4.010 pessoas e para o ano de 2020 a população estimada era de 4.147 pessoas, e densidade demográfica de 19.38 hab/km<sup>2</sup>.

Figura 10 – Localização do Município de São José do Sabugi – PB



Fonte: Autor (2022)

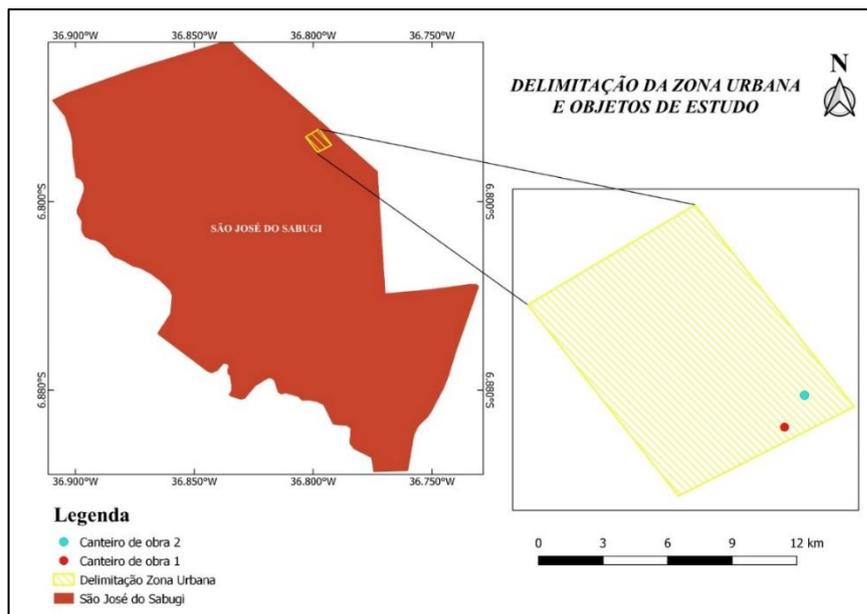
Nos últimos anos o município de São José do Sabugi tem apresentado um crescimento significativo no setor de construção civil, uma vez que foram licitadas e executadas muitas obras pela atual gestão da cidade. Além disso, o município tem sido bem valorizado após a execução de uma estação de tratamento de efluentes e com isso muitos terrenos foram vendidos e habitados por novas famílias.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica a livros, periódicos, teses, dissertações e outros que versam sobre a mesma linha de pesquisa, afim de aprofundar os conhecimentos a respeito do estudo em questão.

Escolheu como objeto de estudo dois canteiros de obra, sendo uma residência de alto padrão (Canteiro 1) e um conjunto de casas populares (Canteiro 2). Durante o tempo de monitoramento foi aferido o consumo de água dos dois canteiros, pois os mesmos seguem a mesma jornada de trabalho apesar de estarem em tempos de execução diferentes.

Para uma melhor compreensão da área de estudo foi elaborado uma representação em mapa, da localização dos canteiros monitorados (Figura 11). O Canteiro 1 (Figura 12), possui um terreno com área de 600 m<sup>2</sup> sendo construído apenas 460 m<sup>2</sup> de acordo com os projetos elaborados pelo profissional da área. Por outro lado, o Canteiro 2 (Figura 13) possui um terreno de 36 m<sup>2</sup> e uma área construída equivalente a 34,50 m<sup>2</sup> em cada residência popular devidamente calculado em projeto.

Figura 11 – Delimitação da área de pesquisa



Fonte: Autor (2022)

Figura 12 – Canteiro 1



Fonte: Autor (2022)

Figura 13 – Canteiro 2



Fonte: Autor (2022)

O Canteiro 2 é formado por 30 casas populares, porém a construção se dará de 5 em 5, devido ao elevado custo na mão de obra e matéria prima.

É importante ressaltar, que o período de estudo se deu entre os meses de maio à julho, tendo em vista a instalação do hidrômetro no mês de maio e o fato das construções se encontram paralisadas.

A obra do canteiro 1 trata-se de uma residência unifamiliar que terá aproximadamente 460 m<sup>2</sup> de área construída. Na Figura 14 é apresentada a fachada da referida edificação.

Figura 14 – Renderização da fachada da residência do canteiro 1



Fonte: Almeida (2022)

Já o canteiro 2 (Figura 15) aqui denominado é um conjunto de 30 casas populares que seguem o mesmo padrão.

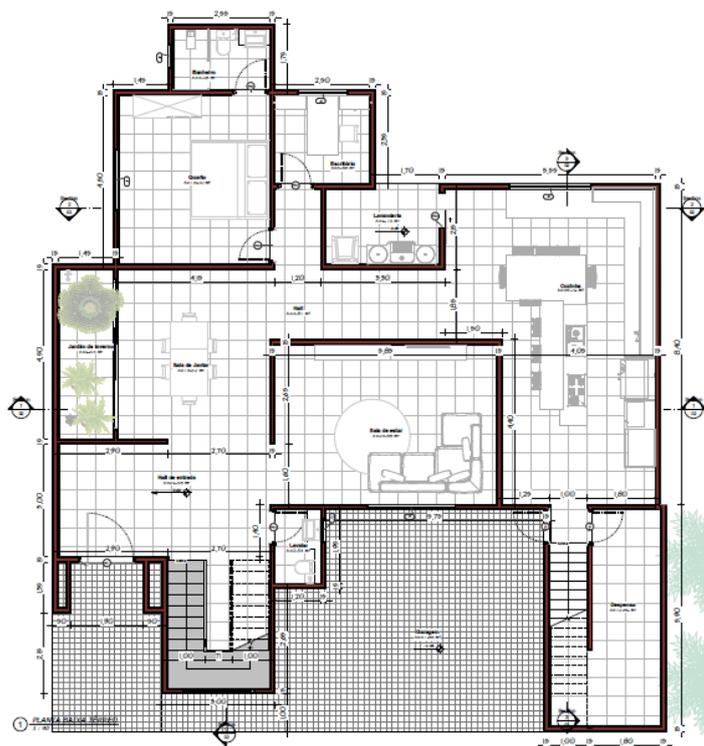
Figura 15 – Fachada em projeto padrão das casas populares



Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Sabugi (2022)

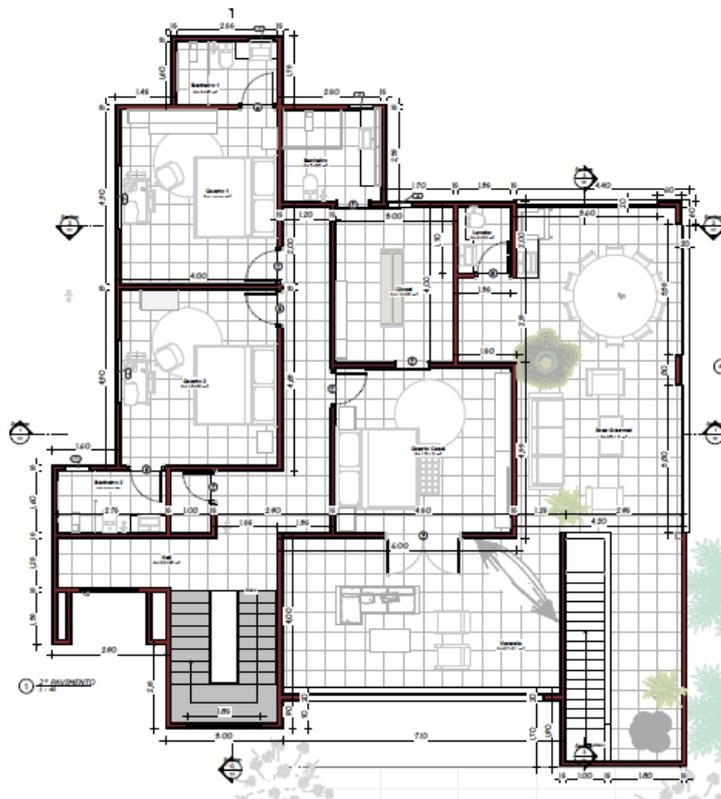
De posse das plantas baixas dos dois canteiros de obra, obtidas dos respectivos projetos e mostradas nas Figuras 16, 17 e 18, respectivamente, foi possível conhecer o número de cômodos que ambas as construções são formadas.

Figura 16 – Planta baixa do pavimento térreo (Canteiro 1)



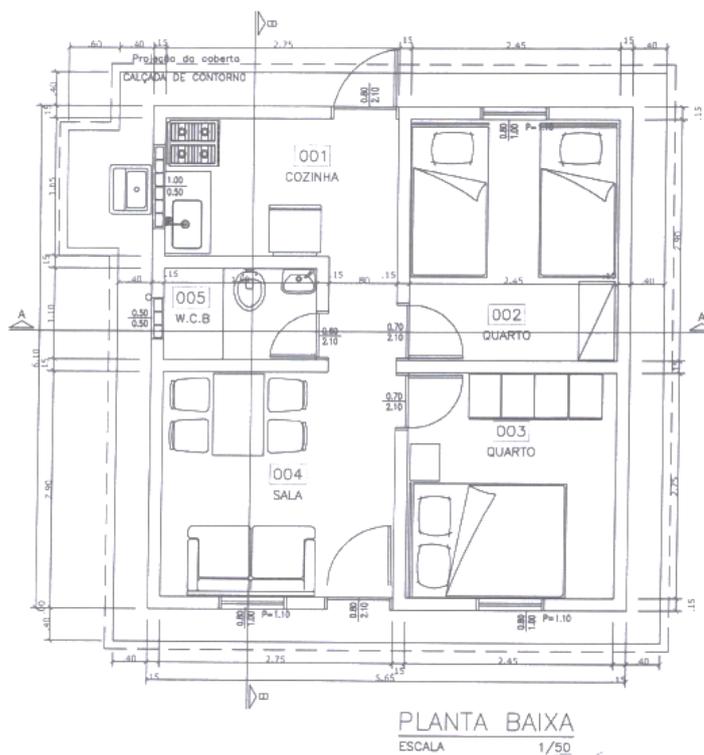
Fonte: Almeida (2022)

Figura 17 – Planta baixa do pavimento superior (Canteiro 1)



Fonte: Almeida (2022)

Figura 18 – Planta baixa casas populares (Canteiro 2)



Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Sabugi (2022)

### 3.2 Consumo de água nas etapas de construção

Foram realizadas visitas aos canteiros, tendo em vista o acompanhamento de cada etapa e a duração de execução de cada uma delas. O levantamento dos dados relativos ao consumo foi feito através de leituras periódicas efetuadas no hidrômetro instalado no início do processo de monitoramento, e com o auxílio do software Excel foi elaborada uma tabela com medições obtidas diariamente em volume de água por m<sup>3</sup>.

É importante ressaltar que o hidrômetro foi cedido pela Companhia de água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) do município e pode gerar uma pequena margem de erro (em média 5%), pois o mesmo já era usado em outro imóvel e pode apresentar desgaste natural devido ao uso. Dessa forma, tendo em vista que o hidrômetro marcava inicialmente 4,374 m<sup>3</sup>, optou-se por considerar 0 (zero) como valor inicial para as leituras da pesquisa. Portanto, para as medições efetuadas no decorrer da pesquisa foram subtraídos esse valor.

Figura 19 – Medição em m<sup>3</sup>/dia do volume de água consumido



Fonte: Autor (2022)

A água utilizada na execução da residência de dois pavimentos (Canteiro 1) é armazenada em um recipiente de 250 litros. Por outro lado, no Canteiro 2 o abastecimento se dá por meio de duas caixas d'água de 500 l (cada) e uma de 1000 l.

A seguir são apresentadas as etapas e os respectivos consumos de água nos dois canteiros.

### 3.2.1 Amarração de ferragem de vigas e levantamento de alvenaria

Na primeira semana após a instalação do hidrômetro as construções encontravam-se em etapas de execução diferentes. O Canteiro 1, estava em fase de amarração e locação da ferragem referente ao vigamento, enquanto o Canteiro 2 encontrava-se na fase de levantamento de alvenaria. Nesse período citado foi verificado diariamente as medições apresentadas no hidrômetro e dessa forma foi possível elaborar a Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Consumo de água da primeira semana de estudo

Data	Leitura (L)	Leitura (m <sup>3</sup> )
11/05/2022	563	0,563
12/05/2022	2374	2,374
13/05/2022	3565	3,565
14/05/2022	4506	4,506

Fonte: Autor (2022)

### 3.2.2 Etapas de locação das fôrmas e concretagem de uma parte do vigamento e madeiramento

A etapa de madeiramento no Canteiro 2 foi desenvolvida durante uma semana. Simultaneamente, o Canteiro 1 executou o abafamento por meio de fôrmas de madeira de uma parte das vigas presentes na estrutura e em seguida sua concretagem. As medições aferidas durante a execução das etapas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de água da segunda semana de monitoramento

Data	Leitura (L)	Leitura (m <sup>3</sup> )
16/05/2022	5555	5,555
17/05/2022	6213	6,213
18/05/2022	7146	7,146
19/05/2022	7926	7,926

---

20/05/2022

8761

8,761

---

Fonte: Autor (2022)

A etapa de abafamento (aplicação das fôrmas) no Canteiro 1 se deu de forma parcial durante o período de monitoramento, tendo em vista que as fôrmas na grande maioria das vezes são retiradas e em seguida usadas em uma próxima etapa estrutural para seu posterior enchimento com concreto. Dessa forma, o abafamento das vigas, detalhadas em projeto levou em média cerca de 4 semanas para assim obter o preparo final para a execução da laje. É importante lembrar que o concreto para enchimento dessas peças estruturais é preparado *in loco*, o que acarreta em um maior volume de água consumido quando comparado às demais etapas.

O concreto deve apresentar característica “mole” proporcionando em um melhor adensamento às fôrmas e evitando comprometimento estrutural e estético como por exemplo, a segregação no concreto – também conhecido como “bicheira”, termo utilizado para representar os espaços vazios no concreto. Ocorre quando há falhas no preenchimento das formas, durante os processos de concretagem, formando vazios que ficam entre os agregados graúdos nas estruturas de concreto.

### **3.2.3 Execução da escada e cobertura em telhas cerâmicas**

Após a etapa de madeiramento deu-se início a cobertura do conjunto popular habitacional no Canteiro 2, esse período teve em média 4 dias de duração. Todavia, o Canteiro 1 encontrava-se na fase de execução de uma das escadas que dá acesso ao pavimento superior apresentada em projeto, e que teve sua concretagem com duração de apenas 1 dia.

### **3.2.4 Concretagem dos últimos vigamentos e reboco**

O reboco foi executado em uma semana, aproximadamente, no Canteiro 2 (Figura 20) e nesta mesma semana deu-se início a concretagem dos últimos vigamentos que restavam no Canteiro 1 (Figura 21).

Figura 20– Reboco de residência popular



Fonte: Autor (2022)

Figura 21– Concretagem vigamentos



Fonte: Autor (2022)

Durante esse tempo, foi verificado uma contribuição maior quanto ao volume de água consumido. Isso se deve ao fato de a argamassa do reboco ser preparada *in loco*.

### **3.2.5 Locação dos elementos da laje e contrapiso**

Durante o período de monitoramento foi realizada a execução do contrapiso das casas do Canteiro 2, com duração de uma semana. Simultaneamente o canteiro 1 encontrava-se na fase de locação dos trilhos e placas de isopor (E.P.S) da laje do 1º pavimento.

Considerando os dados apresentados na literatura, sabe-se que as etapas de concretagem demandam um elevado consumo de água para sua realização, sendo assim o volume de água apresentado pelo hidrômetro ao final da semana, é respectivamente da etapa executada no canteiro 2.

### **3.2.6 Locação da malha de ferro da laje e locação da encanação com seus respectivos acabamentos no reboco**

Após a locação dos elementos da laje, deu-se início a locação da malha de ferro no Canteiro 1. Durante o mesmo período, o Canteiro 2 encontrava-se na fase de locação das encanações e seus respectivos ajustes no reboco da região trabalhada. Essas etapas duraram cerca de 1 semana.

As etapas apresentadas anteriormente obtiveram baixo consumo quando comparadas com as demais, isso se deve ao fato das regiões em que as encanações foram instaladas serem pequenas e conseqüente para o preparo da argamassa do reboco necessitar de uma menor quantidade de água. Além disso, a fase realizada no Canteiro 1, não possui consumo de água para sua execução.

### **3.2.7 Amarração da malha de ferro e término de acabamentos no reboco**

Após a instalação dos elementos estruturais da laje maciça do Canteiro 1, iniciou-se a amarração da malha de ferro presente na estrutura. Essa etapa durou em média 4 dias, deixando assim a laje pronta para ser concretada. Concomitantemente, no canteiro 2 estava sendo realizado o término dos acabamentos do reboco tendo em vista que o mesmo será preparado para o recebimento de pintura em uma etapa posterior.

### **3.2.8 Execução da laje – canteiro 1**

Utilizou-se o concreto usinado na execução da laje, porém dois caminhões betoneiras não foram suficientes para encher toda a laje. Dessa forma, foi necessário preparar sete traços de concreto respectivamente de 1:4:6:2. Dessa maneira o consumo se deu em média 2,200 m<sup>3</sup> de água marcado pelo hidrômetro e a execução de enchimento da laje se deu no final do dia.

O processo de cura do concreto é feito pela molhagem da superfície, sendo assim aos dez primeiros dias foram marcados 40,731m<sup>3</sup> ao total, sendo em média 2,99 m<sup>3</sup> volume de água respectivamente consumido para essa fase de execução.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

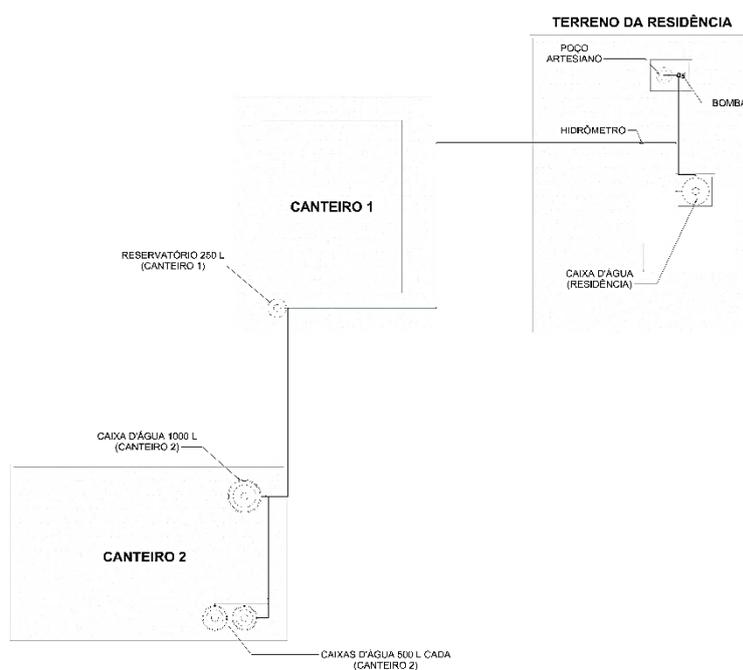
### 4.1 Consumo de água durante o período de estudo

- **Representação do traçado do sistema de abastecimento do canteiro de obra**

A representação do traçado (Figura 22) foi feita com o auxílio do software Revit (2021), que proporciona um melhor entendimento de como funciona o sistema de abastecimento dos dois canteiros.

O abastecimento é feito por meio de um poço artesiano instalado em uma residência próximo ao Canteiro 1. A água do poço é bombeada para a um reservatório superior de 3000L da residência em questão e após o seu abastecimento, é transportada por gravidade por uma tubulação instalada na lateral deste até o reservatório do Canteiro 1. O reservatório (superior) de acumulação também abastece o reservatório do Canteiro 1. O reservatório (superior) de acumulação também abastece o reservatório do Canteiro 2.

Figura 22 – Representação em planta do sistema de abastecimento



Fonte: Autor (2022)

É importante ressaltar que o poço abastece todas as residências próximas a sua localidade e ainda outros canteiros. Dessa forma, para se obter as medições do volume de água consumido apenas nos dois canteiros em estudo, o hidrômetro foi instalado na encanação citada anteriormente, seguindo apenas o fluxo dos dois canteiros.

- **Consumo de água durante o período de estudo**

Através do cronograma de realização das etapas e registros das atividades desenvolvidas, foi possível elaborar uma tabela com todas as etapas acompanhadas e seus respectivos consumos. Por meio da obtenção dos dados coletados e de metodologia obtida na literatura pode-se estimar o consumo para as fases executadas em cada canteiro de forma individual, uma vez que, o consumo apresentado pelo hidrômetro englobava as etapas dos dois canteiros.

Tabela 5 – Estimativa de consumo para cada etapa executada

	Etapas Conjugadas	Medições conjugadas das etapas(m <sup>3</sup> )	Consumo por etapas individualizadas (m <sup>3</sup> )	
			C1	C2
1	Amarração e locação das ferragens (C1) / Levantamento de alvenaria (C2)	4,507	0	4,507
2	Locação das fôrmas e concretagem de algumas vigas (C1) / Madeiramento (C2)	4,255	4,255	0
3	Execução da escada (C1) / Cobertura em telhas cerâmicas (C2)	4,106	4,106	0
4	Locação de fôrmas e concretagem dos demais vigamentos (C1) / Reboco (C2)	7,295	3,313	3,982
5	Locação dos elementos da laje (C1) / Contrapiso (C2)	7,56	0	7,56
6	Locação da malha de ferro da laje (C1) / Locação de encanações e início de acabamentos no reboco (C2)	1,955	0	1,955
7	Amarração da malha da laje (C1) / Conclusão de acabamentos no reboco (C2)	1,143	0	1,143
8	Execução da laje	2,985	2,985	-

Fonte: Autor (2022)

C1 – Canteiro de obras 1  
C2 – Canteiro de obras 2

Através da relação entre os dados apresentados nas Tabelas 1 e 9, foi possível obter estimativas de consumo para cada etapa executada nos dois canteiros de obras. Nas etapas conjugadas 1, 2, 3, 5, 6 e 7, pode-se perceber que em um dos canteiros estudados obteve uma etapa com consumo de água igual a 0 m<sup>3</sup>, valor este justificado porque a mesma não necessita de água para sua realização, utilizando apenas materiais pré-moldados ou fabricados *in loco* e a mão de obra dos trabalhadores presentes. Sendo assim, o consumo aferido no hidrômetro refere-se ao outro canteiro.

Para a etapa conjugada de número 4, tem-se duas fases de construção no qual o uso da água é necessário. Ambas fabricam concreto na obra, sendo assim para a realização do traço é necessário obter um determinado volume de água de amassamento, responsável pela resistência e hidratação do concreto. O que corrobora com Silva e Violin (2015) que trabalhando também com Gestão da Água em Canteiros de Obras da Construção Civil, afirma que o que deve especial atenção é na água consumida nos serviços de concretagem. Sabe-se que as etapas realizadas são de categorias diferentes de acordo com os dados presentes na Tabela 1, desenvolvida pelo relatório de sustentabilidade, sendo respectivamente estrutura e acabamento. Todavia, toda fase construtiva de um modo geral possui uma porcentagem de contribuição referente ao volume de água consumido durante a obra. Para a etapa estrutural foi calculado e encontrado uma porcentagem de 45,42% de contribuição enquanto para o acabamento restou 54,58%, dessa forma obteve-se o valor em m<sup>3</sup> do consumo em relação a cada fase executada.

Entretanto, na etapa 8 encontra-se apenas a execução da laje, isso se deve ao fato da pausa na construção pelo Canteiro 2. Dessa forma, toda a medição verificada tem como responsável a laje executada no Canteiro 1.

#### **4.2 Alternativas para a redução do consumo de água em canteiros de obra**

Segundo Oliveira e Gonçalves (1999) o desenvolvimento sustentável e a conscientização sobre o uso da água no canteiro de obras, baseia-se em ações que interferem no uso desse recurso natural. Estas seriam: ações tecnológicas, econômicas e sociais. Ou seja, inovações tecnológicas e sistemas que podem reduzir o consumo. Além disso, incentivos públicos com subsídios para componentes de

poupança e isenções de taxas. O comportamento social é direcionado para programas de extensão e educação para os usuários, desenvolvendo sistemas ecoeficientes.

Durante a pesquisa, observou-se que uma opção é o uso de blocos de concreto vazados, onde proporcionam uma redução no consumo de água desde a sua fabricação. Esses blocos podem ser usados em alvenarias de vedação (sem função estrutural) ou como elemento estrutural. A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - define o bloco vazado de concreto como “componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazados nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta” (NBR 6136:2014, p.1).

Segundo Almeida et.al (2014), temos em média um consumo de aproximadamente 150 L/m<sup>3</sup>:

Estima-se que o consumo médio de água é 9.000 litros, para uma produção de 60 m<sup>3</sup> de concreto (aproximadamente 12.000 blocos de 14 x 19 x 39 cm), o que significa uma média de 150 l/m<sup>3</sup>. A água é um elemento fundamental para a sobrevivência humana e até bem pouco tempo era considerada um recurso infinito. Com a escassez dos recursos hídricos e a poluição dos mananciais, várias indústrias têm buscado um planejamento do reuso de água em suas atividades, entre elas a construção civil.

A instalação de válvulas redutoras de pressão nos canteiros com ambientes de vivências também é uma proposta interessante para racionalização da água, uma vez que, ela permitirá uma menor vazão nos pontos de utilização como por exemplo, banheiros, e refeitórios e torneiras. Outra alternativa, seria a instalação de um hidrômetro no canteiro, uma vez que, o mesmo possibilita no acompanhamento do consumo e assim proporciona uma perspectiva e um pensamento em relação ao uso e desperdício de água gerado durante o período de execução da obra.

Sabe-se que é comum encontrar vazamentos nas instalações provisórias de abastecimentos dentro dos canteiros de obras, e com isso uma proposta de solução seria a disponibilização de uma equipe de inspeções para a sua realização periódica na busca de possíveis vazamentos. Dessa forma, existe uma garantia de que não ocorram vazamentos, e caso ocorram, os mesmos sejam identificados rapidamente proporcionando na agilidade da sua respectiva solução.

Além disso, é importante ter incentivos financeiros por parte da contratante para as devidas manutenções e gerenciamentos de ações que visam a melhoria e o controle do funcionamento de todo o sistema, bem como um bom planejamento e gestão dos canteiros.

## 5. CONCLUSÕES

A água doce presente na Terra representa apenas uma fração de todos os seus recursos hídricos, que por sua vez sofre com diferentes níveis de escassez em todos os continentes. A escassez está diretamente associada com o elevado consumo humano para suprir suas necessidades e realizar diferentes atividades, incluindo as atividades industriais. No setor da indústria encontra-se a construção civil responsável por um consumo bastante representativo de água potável em todo o seu ciclo, formado pelas etapas de locação de obra, fundações, infraestrutura e estrutura, acabamentos e limpezas.

Esta pesquisa apresentou um levantamento da água consumida para a execução de diferentes etapas construtivas no período de monitoramento, em dois canteiros de obra. A avaliação desse consumo possibilitou identificar as etapas que apresentam maior consumo de água e os desperdícios que ocorrem em canteiros de obras e assim, buscar alternativas capazes de minimizar o problema, e promover o uso racional e com maior eficiência da água. Ademais, proporcionar um monitoramento de desempenho da equipe, além de identificar possíveis falhas no sistema, bem como, a otimização dele. De acordo com os resultados obtidos, a instabilidade do consumo se dá pelas características e técnicas construtivas, além do tipo da obra e sua respectiva área construída. Neste estudo nota-se que a etapa de maior consumo se trata de uma execução estrutural com 7,56 m<sup>3</sup> de água equivalente a uma taxa de 0,012 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

As ações propostas para uma possível otimização da água consumida nas obras, com intuito de reduzir o desperdício e o consumo nos canteiros de obra foram apresentadas neste estudo, porém sugere-se que elas sejam incorporadas e aprimoradas por outras organizações, desde que os empreendimentos possuam características construtivas semelhantes – habitacionais com estrutura convencional em concreto armado. Todavia, é necessário um comprometimento por parte das empresas e de seus funcionários, com o uso racional deste recurso nas obras. Tornando-se assim, um ponto crucial para a implementação destas ações, uma vez que, envolvem investimentos, desde um projeto racional, a implantação de tecnologias e materiais econômicos.

Como sugestão de continuidade ao estudo, recomenda-se:

- Desenvolver o estudo em época de inverno, e trabalhar o reaproveitamento da água pluvial, proporcionando assim uma maior economia de água;

- Desenvolver o estudo em época de pico de verão e comparar os resultados obtidos com aqueles encontrados no estudo realizado no período de inverno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJAYI, S. O., OYEDELE, L.O., AKINADE, O.O., BILAL, M., OWOLABI, H.A., e ALAKA, H.A. **Optimising Material Procurement for Construction Waste Minimization: an exploration of success factors. Sustainable Materials and Technologies**, v. 11, p. 38-46, 2017.
- ALMEIDA, E. D. S., CARDOSO, L. D. S. P., e OLIVEIRA, D. D. D. N. **Estudo do uso de esgoto tratado por ETE biológica na fabricação de blocos de concreto para alvenaria de vedação**. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG (2014).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Áreas de vivência em canteiros de obras – NBR 12284**. Rio de Janeiro, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos: NBR 6136**. Rio de Janeiro, ABNT, 2014. 10 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, NBR 6118**. Rio de Janeiro, ABNT, 2014, 238p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento – NBR 13755**. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – NBR 13529**. Rio de Janeiro, 1995.
- BARBOSA, E. M. L. Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall. **Revista Especialize On-line IPOG**, 10. ed., 2015.
- BEZERRA, A. V. R. **Estrutura de laje pré-moldada: análise comparativa entre enchimento com eps e bloco cerâmico**. TCC (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, 2020.
- BORGES, J. U. **Critérios de projeto de lajes nervuradas com vigotas pré-fabricadas**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1997.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. 2014. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm>>. Acesso em: 12 jul de 2022.
- CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO, J. R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. 4. ed. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos (EdUFSCar), 2014. 415 p.

CÉZAR NETO, J. **Logística de canteiro de obra: Aumento de produtividade e redução de desperdício**. 2014. 51 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS, Brasília, 2014.

COELHO, D.J. de R., TINÔCO, I. F. F., SOUZA, C. F., BAPTISTA, F. J. F., BARBARI, M., OLIVEIRA, K. P. Thermal environment of masonry-walled poultry House in the initial life stage of broilers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 3, p. 203-208, Mar. 2019. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662019000300203&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662019000300203&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 jul. de 2022.

Construindo casas. **Alvenaria estrutural: o que é e como fazer**. Disponível em: <<https://construindocasas.com.br/blog/construcao/alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 22 jul. de 2022.

Construindo casas. **Estrutura de concreto armado: vigas**. Disponível em: <<https://construindocasas.com.br/blog/construcao/vigas/>>. Acessado em: 03 jun de 2022.

CORRÊA, R. R. **Proposta de metodologia de controle de qualidade de peças de concreto para pavimentação**. 2013. 307 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2013.

COSTA FILHO. E.; SILVA, R.S. Avaliação do consumo de água em canteiros de obra da região metropolitana do recife. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**. vol. 2, nº 1, 2016.

DIAS, F. S. **Etapas e Procedimentos nos Canteiros de Obras e Suas Influências no Desperdício na Construção Civil**. 2006. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campo dos Goitacazes, 2006.

EVEN. **Relatório anual e de sustentabilidade 2022**. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/f928111c-c68e-45c9-bfc3-5d678e52e7ad/e1851600-fc53-78b9-276f-f6f213ff8f28?origin=1>>. Acessado em: 22 de jun 2022.

FALCONI, F., CORRÊA, C. N., ORLANDO, C., SCHIMDT, C., ANTUNES, W. R., ALBUQUERQUE, P. J., e NIYAMA, S. **Fundações: teoria e prática**. 3 ed. São Paulo: Editora Oficina de textos, 2019.

FERRAZ, N. N. **Guia da construção: do canteiro ao controle de qualidade**. 1. ed. Oficina de Textos, 2019.

FONTANA, A. C. K.; JOÃO, M. Estacas profundas: desempenho da estaca hélice contínua – qualidade técnica de serviços e aspectos consideráveis. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 4, ed. 8, v. 6, p. 135-147, 2019.

Furlan Engenharia e Arquitetura. **Chapisco, emboço e reboco. Qual a diferença de cada um deles?**, 2014. Disponível em:

<<http://furlanengenhariacalculoestruturas.blogspot.com/2014/02/chapisco-emboco-e-reboco-qual-diferenca.html>>. Acesso em: 22 jul de 2022.

LAJES JUNDIAÍ. **Laje Treliçada Isopor**. 2015. Disponível em: <http://www.lajesjundiai.com.br/produtos/laje-trelicada-isopor>. Acesso em: 11 jul. 2022.

Manual de Assentamento de Revestimentos Cerâmico. **Fachadas**. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/manual-de-assentamento-de-revestimentos-cerc3a2micos.pdf>>. Acesso em: 22 jul de 2022.

MARQUES, C. T.; GOMES, B. M. F; BRANDLI, L. L. **Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade**. 2017, vol.17, n.4, p.79-90. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/wjvMydYMMNZ5SbPBXYCVmxG/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 25 jul. de 2022.

MCCORMACK, M. *et al.* **Modelling Direct and Indirect Water Requirements of Construction**. Building Research & Information, v. 35, n. 2, p. 156-162, 2007.

NAPOMUCENO, S. C. B., & PAZ, D. (2016). **Desenvolvimento de um programa de gestão da água pro canteiro de obras de uma instituição de ensino**. In VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia Para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios**. São Paulo, 1999. Boletim Técnico PCC/247.

PALMA, M. C. et al. **Influência de sistemas de cura de blocos de concreto na resistência à compressão: cura natural x cura térmica**. III Simpósio de Pós Graduação em Engenharia Urbana. Paraná, 2013.

PARSEKIAN, G. A; SOARES, M.M. **Alvenaria Estrutural Em Blocos Cerâmicos – Projeto, Execução E Controle**. São Paulo: Nome da Rosa, 2010.

PEREIRA, C. **Tipos de fundações**. In: ESCOLA ENGENHARIA. Tipos de fundações.2017. Disponível em:<<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-fundacoes/>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

PERLIN, L. P; PINTO, R. C. A; PADARATZ, I. J. **Estruturas de concreto armado II**. Florianópolis, 2019. Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila da disciplina de Estruturas de Concreto Armado II.

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

PILOTTO, G. A.; DO VALE, T. R. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e Estrutura em concreto armado no caso do**

**empreendimento Piazza Maggiore.** 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2011.

Pra Construir Blog. **Paredes: alvenaria de vedação.** 2022. Disponível em: <<https://blogpraconstruir.com.br/paredes/>>. Acesso em: 22 jul de 2022.

QUINTELA, M. **Durabilidade de revestimentos exteriores de parede em reboco monocamada.** 2006. Dissertação (Mestrado em construção de edifícios). – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto (FEUP), Porto, 2006

ROMANO, L. R. **Análise dos parâmetros de sustentabilidade descritos no PBQP-H em obras de uma construtora em Campo Mourão - Paraná.** 2017. 53 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

ROQUE, J. A. **O desempenho quanto à durabilidade de alvenarias de blocos cerâmicos de vedação com função auto-portante: o caso da habitação de interesse social.** 2009. 223f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

SCHNEIDER, N. **Fundações rasas: definição, quando são utilizadas e quais os tipos.** Rio do Sul, 2020. Disponível em: <<https://nelsoschneider.com.br/fundacoes-rasas/>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

DA SILVA, Robson Rodrigo; TAKEDA, R. Y. Gestão da água em canteiros de obras de construção civil. **VIII Encontro Internacional de Produção Científica**, 2013.

SILVA, J. G.; MOURA, M. L.; JÚNIOR, D. J. CAMPOS. Análise Técnica De Lajes Maciças Pré-Moldadas Do Tipo Içada Aplicadas Em Edificações De Múltiplos Pavimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 10, n. 1, p. 369-383, 2012.

SILVA, P. E. V.; MOREIRA, R. R. **Projeto de alvenaria de vedação – diretrizes para a elaboração, histórico, dificuldades e vantagens da implementação e relação com a NBR 15575.** 2017. 79f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**, 12<sup>a</sup> ed, São Paulo: Editora Pini, 2003.

WWAP. **Contribuição da Unesco à edição de 2015.** Relatório Mundial sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. Encarando os desafios – Estudo de caso e indicadores, 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244035por.pdf>>. Acessado em: 17 mai. 2022.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 18. ed. rev. e atual. 864 p. São Paulo: Blucher, 2021.

ZULIAN, C. S. **Notas de aula da disciplina de construção civil.** Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – MEDIÇÕES DIÁRIAS DO VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO

Data	Medições (L)	Medições (m <sup>3</sup> )
10/05/2022	-	-
11/05/2022	564	0,564
12/05/2022	2375	2,375
13/05/2022	3566	3,566
14/05/2022	4507	4,507
16/05/2022	5556	5,556
17/05/2022	6214	6,214
18/05/2022	7147	7,147
19/05/2022	7927	7,927
20/05/2022	8762	8,762
23/05/2022	11315	11,315
25/05/2022	12578	12,578
26/05/2022	14001	14,001
28/05/2022	15421	15,421
30/05/2022	16251	16,251
31/05/2022	16939	16,939
01/06/2022	18341	18,341
03/06/2022	19672	19,672
06/06/2022	21675	21,675
07/06/2022	21807	21,807
08/06/2022	23423	23,423
09/06/2022	24156	24,156
11/06/2022	26967	26,967
13/06/2022	28188	28,188
14/06/2022	28802	28,802
15/06/2022	29739	29,739
16/06/2022	Feriado	Feriado
17/06/2022	31953	31,953
18/06/2022	34527	34,527
19/06/2022	35311	35,311
20/06/2022	36008	36,008
21/06/2022	37226	37,226
22/06/2022	37266	37,266
27/06/2022	37746	37,746
28/06/2022	38341	38,341
29/06/2022	38889	38,889
04/07/2022	39919	39,919

---

<b>13/07/2022</b>	40731	40,731
-------------------	-------	--------

---

# APÊNDICE B - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DOS CANTEIROS DE OBRAS.

