



## **PROCESSO DE GESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PARA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO**

**Monik Érica Silva de Souza**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Jandecy Cabral Leite.

Belém

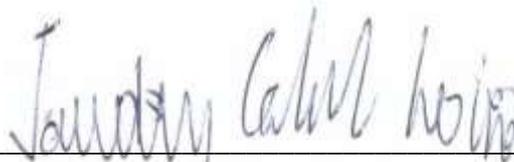
Agosto de 2016

**PROCESSO DE GESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PARA INDÚSTRIA  
DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO**

Monik Érica Silva de Souza

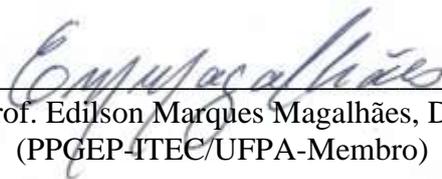
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:



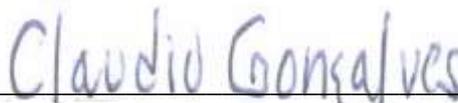
---

Prof. Jandecy Cabral Leite, Dr.  
(PPGEP-ITEC/UFPA-Orientador)



---

Prof. Edilson Marques Magalhães, Dr.  
(PPGEP-ITEC/UFPA-Membro)



---

Prof. Cláudio Gonçalves, Dr.  
(DEE-EST/UEA-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

AGOSTO DE 2016

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da UFPA**

---

Souza, Monik Érica Silva de, 1990-  
Processo de Gestão Para Tratamento e Reuso de Água por  
Meio de Decantação em Indústria da Construção Civil / -  
2016.

Orientador: Jandecy Cabral Leite

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do  
Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Processos, 2016

1. Água- Reuso. 2. Indústria de construção Civil-  
Abastecimento de água. 3. Água-Purificação. 4. Abastecimento  
de água na Indústria. 5. Gestão ambiental. Título

---

CDD 22.ed. 628.162

*Dedico este trabalho a Deus, porque d'Ele  
e por Ele e para Ele são todas as coisas.*

*À Raimunda Jordana Ribeiro de Souza,  
minha mãe, exemplo de mulher, de  
determinação e amor.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal do Pará - UFPA.

O Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM.

A empresa Supermix Concreto S/A e aos colaboradores pelo apoio a realização desta pesquisa.

Ao Professor, amigo e orientador Dr. Jandecy Cabral Leite, pela condução e orientação na realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos - Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, pelas aulas de excelência durante o curso.

A minha família, pela força, compreensão dos obstáculos e desafios que compartilhamos nesse período.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e pelas alegrias compartilhadas.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M.Eng.)

## **PROCESSO DE GESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PARA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO**

**Monik Érica Silva de Souza**

Agosto/2016

Orientador: Jandecy Cabral Leite

Área de Concentração: Engenharia de Processos

O processo de tratamento e o reuso da água vem conquistando espaço principalmente nos grandes centros urbanos, onde a escassez representa altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias. Este trabalho retrata como as indústrias da construção civil realizam o processo de tratamento e reuso das águas utilizadas na sua produção. O objetivo desta pesquisa é conscientizar as indústrias a tratarem e reutilizarem as águas usadas em sua produção por meio de decantação, um recurso viável e muito adotado pelas empresas atualmente. Os métodos e as técnicas utilizadas na pesquisa em campo foram: a análise documental, entrevista e observação direta, onde os dados coletados e análise dos dados foram tabulados e analisados em diversos setores da empresa como: gerência, supervisão, laboratório de gestão da qualidade e produção. Os resultados encontrados consistiram no consumo consciente das águas, nos controles mais rigorosos ao meio utilizado no seu tratamento e reuso. A empresa adotando esse processo de gestão de tratamento e reutilização vai poupar entre 70% a 80% desde reuso de água e uma economia na fatura de conta de energia, pois a nova tecnologia que será aplicada nos processos de decantação vai garantir uma água de melhor qualidade e com um baixo consumo de energia elétrica trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M.Eng.)

**MANAGEMENT PROCESS FOR USING WATER FOR CIVIL  
CONSTRUCTION INDUSTRY: A CASE STUDY**

**Monik Érica Silva de Souza**

August/2016

Advisor: Jandecy Cabral Leite

Research Area: Process Engineering

Water treatment and its reuse process has gaining space specially in large urban centers where scarcity represents high investments and running costs for water harvesting and abduction at large distances. This work portrays as the construction industries realize the process of treatment and reuse of water used in its production. The objective of this research is to educate industries to treat and reuse the water used in its production by decanting, a viable resource and adopted by businesses today. The methods and techniques employed in the research field were: documental analysis, interview and direct observation where collected and analyzed data were tabulated and reviewed in several sectors of the company as: management, supervision, management of quality and production laboratory. The results consisted on conscious consumption of water, in most rigorous controls to the means used in its treatment and reuse. By adopting that treatment and reuse management process the company will save around 70% to 80% of that water reuse and a saving in the energy bill since the new technology that is applied in the processes of decantation will guarantee a good quality water with low energy consumption bringing economic, social and environmental benefits.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.2 - JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA.....	2
1.3 - OBJETIVOS.....	3
<b>1.3.1 – Objetivo geral.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2 – Objetivos específicos.....</b>	<b>4</b>
1.4 - CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DA DISSERTAÇÃO.....	4
1.5 - DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	6
1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
2.1 - REUSO DA ÁGUA.....	8
<b>2.1.1 - Benefícios ambientais.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2 - Benefícios econômicos.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.3 - Benefícios sociais.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.4 - Reuso indireto não planejado da água.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.5 - Reuso indireto planejado da água.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.6 - Reuso direto planejado das águas.....</b>	<b>10</b>
2.2 - PRINCIPAIS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.....	10
<b>2.2.1 - Cor.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2 - Resíduo total.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3 - Temperatura.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.4 - Turbidez.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.5 - Normatização do Co-Processamento.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.6 - Óleos e Graxas.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.7 - Oxigênio Dissolvido (OD).....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.8 - Potencial Hidrogeniônico (pH).....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.9 – Potássio.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.10 - Série de Nitrogênio (Amônia, Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Orgânico)...</b>	<b>15</b>
2.2.11–Surfactantes.....	16
2.3 - TRATAMENTO DA ÁGUA POR MEIO DE DECANTAÇÃO.....	16
2.4 - FUNÇÃO DO DECANTADOR.....	17
2.5 - TIPOS DE DECANTADORES.....	19
<b>2.5.1 - Em função do escoamento da água.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.2-Em função das condições de funcionamento.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5.3 - Quanto à operação podem ser agrupados.....</b>	<b>20</b>
2.6 - DA GESTÃO DA ÁGUA E A SUSTENTABILIDADE DO SEU REUSO.....	21
2.7 - SUSTENTABILIDADE NAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23

2.8 - IMPACTO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
2.9 - O CONSUMO DE RECURSOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
2.10 - DA GESTÃO SUSTENTÁVEL.....	25
<b>CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	30
3.2 -CARACTERIZAÇÃO E DESIGN DA PESQUISA.....	31
<b>3.2.1 - Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.2 - Design da pesquisa.....</b>	<b>32</b>
3.3 - PARTICIPANTES.....	33
3.4 - COLETA DE DADOS.....	34
3.5 - ANÁLISE DOS DADOS.....	35
<b>3.5.1 - Análise de conteúdo.....</b>	<b>35</b>
<b>3.5.2 - Estatística descritiva univariada.....</b>	<b>35</b>
3.6 - DAS ETAPAS E PROCEDIMENTOS.....	36
<b>3.6.1 - Parte 1: Revisão bibliográfica.....</b>	<b>36</b>
<b>3.6.2 - Parte 2: Metodologia de pesquisa.....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO 4 - MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE CONCRETO.....</b>	<b>41</b>
4.1 - BREVE HISTÓRICO DO CONCRETO.....	41
4.2 -NORMALIZAÇÃO DO CONCRETO.....	42
4.3 - COMPONENTES DO CONCRETO.....	43
<b>4.3.1 - Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.2 - Água.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.3 - Agregados.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.4 - Aditivos.....</b>	<b>46</b>
4.4 - TIPOS DE CONCRETO.....	47
4.5 - MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE CONCRETO.....	47
<b>4.5.1 - Concreto preparado manualmente.....</b>	<b>48</b>
<b>4.5.2 - O concreto preparado em betoneira.....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>52</b>
5.1 - PERFIL DA EMPRESA.....	52
5.2 -UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CENTRAL DE CONCRETO.....	52
5.3 - REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA NA CENTRAL DE CONCRETO.....	53
5.4 - PROCESSO DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA.....	53
5.5 - PROCESSO DE RECICLAGEM DA ÁGUA.....	55
5.6 - PESQUISA SOBRE O TRATAMENTO E O REUSO DA ÁGUA.....	57
<b>5.6.1 - Lava Jato.....</b>	<b>59</b>
<b>5.6.2 - Dosador.....</b>	<b>60</b>

<b>5.6.3 - Decantador.....</b>	<b>60</b>
<b>5.6.4 - Tanque.....</b>	<b>61</b>
<b>5.6.5 - Banheiros.....</b>	<b>61</b>
<b>5.6.6 - Torneiras.....</b>	<b>62</b>
<b>5.7 - ANÁLISE, RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>65</b>
6.1 -CONCLUSÕES.....	65
6.2 - RECOMENDAÇÕES.....	66
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE B - ROTEIRO DE PESQUISA DE OBSERVAÇÕES DIRETA....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE C - ROTEIRO DE PESQUISA DE DOCUMENTOS EXISTENTES.....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Processo de um Decantador Convencional.....	19
Figura 3.1	Design da Pesquisa.....	33
Figura 4.1	Classificação dos Agregados Conforme a Dimensão.....	45
Figura 4.2	Método de produção do concreto.....	48
Figura 4.3	Controle de qualidade a resistência e compressão do concreto.....	50
Figura 5.1	Demonstração da aplicação da água na central.....	52
Figura 5.2	Aproveitamento da água.....	53
Figura 5.3	Processo da utilização da água.....	54
Figura 5.4	Aproveitamento da água.....	56
Figura 5.5	Pesquisa sobre o tratamento e o reuso da água.....	57
Figura 5.6	Uso da Água.....	59
Figura 5.7	Lava Jato.....	60
Figura 5.8	Dosador.....	60
Figura 5.9	Decantador.....	61
Figura 5.10	Tanque.....	61
Figura 5.11	Aproveitamento da água.....	62
Figura 5.12	Torneiras.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela3.1 - Parte1 - Revisão bibliográfica.....	37
Tabela3.2 - Parte 2 - Metodologia de pesquisa.....	39
Tabela4.1 - Tipos de Concreto.....	47

## NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ADASA	AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
DQO	DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO
MERCOSUL	MERCADO COMUM DO SUL
NBRs	NORMA BRASILEIRA
OD	OXIGÊNIO DISSOLVIDO
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PH	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO
PNRH	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
SINGREH	SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - INTRODUÇÃO

A água é um produto essencial para o ser humano e outras formas de vida, por isso deve ter aspecto limpo e puro. Muitas vezes para alcançar esse objetivo é preciso recuperar sua qualidade através de um sistema de tratamento. O tratamento de água é um conjunto de procedimentos físicos ou químicos que são aplicados para que o líquido fique em condições adequadas para consumo. Atualmente encontramos diversos procedimentos para o tratamento de água e efluentes um deles é o sistema de decantação (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Segundo RICHTER (2009), “Decantação é uma das técnicas mais antigas e simples de remoção de impurezas da água; Resulta da ação da força da gravidade sobre as impurezas facilitando a sedimentação delas no fundo da unidade”. A decantação é um método de separação de misturas heterogêneas de dois tipos: líquido + sólido e líquidos imiscíveis.

A crise da água chegou e as projeções dos especialistas indicam que deverá alongar-se no tempo e agravar-se ainda mais. É, portanto, cenário que exige radicais mudanças de paradigmas no seu uso, tanto para consumidores residenciais quanto para utilização no setor produtivo, especialmente na indústria.

Apesar da abundância, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis. O acesso à água não é igual para todos. As características geográficas de cada região e as mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a distribuição.

De acordo com RAMPAZZO (2012), “consciente da gravidade da crise hídrica, as indústrias da construção civil estão na busca de soluções que contribuam efetivamente para a minimização do quadro de aguda escassez e permita ao setor produtivo continuar produzindo e gerando riquezas e empregos”. Para isso é necessário que as empresas busquem informações e estratégias essenciais para a correta gestão do uso da água, abordando os aspectos legais e também questões fundamentais para a captação, processamento de efluentes, uso racional e reuso.

A decrescente disponibilidade de água, a cobrança pelo seu uso, as crescentes exigências de tratamento dos efluentes e a necessidade de manutenção ou melhoria da qualidade das águas dos corpos receptores elevam a sustentabilidade na gestão das águas e efluentes a um patamar de primeira grandeza para a própria sustentabilidade dos negócios das organizações, principalmente daqueles que têm grande dependência desse bem, cada vez mais precioso. Para enfrentar os desafios da gestão eficiente da água é necessário adotar um programa de gestão da água as quais podem ser implantadas a curto, médio e longo prazo, conforme as características de cada indústria (VARGAS, 2012).

Portanto, a utilização requer um planejamento avançado, para garantir sua disponibilidade permanente, o que quer dizer implantar o seu “uso sustentável”, de forma que a construção civil é grande consumidora de água e toda nova obra ou reforma usa litros de água para mistura de agregados com o cimento, formando a massa de concreto.

## 1.2 - JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA

Segundo MARCONI e LAKATOS (2010), “consiste numa exposição sucinta, porém completa, das razões de ordem teórica e dos motivos de ordem prática que tomam importante a realização da pesquisa”.

No Brasil apesar da aparente abundância de recursos hídricos, o reuso de água vem conquistando espaço principalmente nos grandes centros urbanos, onde as escassezes representam altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias. Para a aplicação do reuso em processos industriais, deve ser dada uma atenção especial à qualidade das águas em questão e aos efeitos potenciais na saúde dos usuários, nas instalações da indústria: como corrosão, incrustações e deposição de materiais sólidos nas tubulações, tanques e outros equipamentos, além dos efeitos nocivos aos processos produtivos, como alterações da solubilidade de reagentes nas etapas de processamento e alterações das características físicas e químicas dos produtos finais (LAVRADOR, 2012).

O processo de tratamento e o reuso da água vem conquistando espaço principalmente nos grandes centros urbanos, onde à escassez representa altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias.

Por meio de pesquisa realizada na empresa, constataram-se deficiências na área do meio ambiente com um grau maior na gestão da água que apresentou conflitos no processo de tratamento e reuso da água utilizada.

A gestão sustentável dos recursos naturais, por meio de ações ou medidas econômicas, investimentos, ações institucionais e procedimentos jurídicos com finalidade de manter ou recuperar a qualidade dos recursos e o desenvolvimento social.

As empresas que cuidam de seus passivos ambientes e tem práticas de gestão sustentável tem seus custos reduzidos como: diminuir o consumo da água e da energia pela redução do desperdício, utilizar menos matéria prima pela racionalização do seu uso, gerar menos sobras de recursos pela adequação do uso de insumos, reutilizar, reciclar ou vender seus resíduos quando possível e por fim gastar menos com controle e poluição.

Portanto, o reuso e a reciclagem da água nas indústrias, passa a se constituir ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial. A empresa adotando o processo de tratamento e reutilização vai poupar entre 70% a 80% desde reuso de água e uma economia na fatura de conta de energia, pois a nova tecnologia que será aplicada nos processos de decantação vai garantir uma água de melhor qualidade e com um baixo consumo de energia elétrica trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

### 1.3 - OBJETIVOS

VARGAS (2009) “Enfatiza que um projeto se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzidos por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade”.

Os objetivos desse projeto serão divididos em geral e específicos.

#### **1.3.1 – Objetivo geral**

Segundo GIL (2008), “o objetivo geral se trata de uma visão global e abrangente do tema e representa a pretensão maior do pesquisador com esse trabalho”.

Para esse projeto definiu-se o seguinte objetivo geral: Analisar o processo de gestão para utilização da água para indústria da construção civil, propondo um controle qualitativo e quantitativo da água, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

### 1.3.2 – Objetivos específicos

Para GIL (2008), “os objetivos específicos apresentam um caráter mais concreto e têm uma função intermediária e instrumental são elaborados com verbos que exprimam ação, no infinitivo: verificar, analisar, descobrir, determinar e etc.”.

Para complementar o objetivo geral foram definidos três objetivos específicos conforme abaixo:

- Levantar os dados dos problemas no processo de utilização da água bem como seu tratamento e reuso por meio de decantação;
- Analisar todos os meios do processo de utilização da água na empresa principalmente em sua produção;
- Propor um controle qualitativo e quantitativo da água, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

## 1.4 - CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho tem por finalidade enriquecer a discussão sobre a importância de manter um compromisso sustentável, preocupando - se em preservar, gastando apenas o necessário, consistindo no consumo consciente das águas nos controles mais rigorosos ao meio utilizado no seu processo de tratamento e reuso da água que vem conquistando espaço principalmente nos grandes centros urbanos, onde à escassez representa altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias.

A crise da água chegou e as projeções dos especialistas indicam que deverá alongar-se no tempo e agravar-se ainda mais. É, portanto, cenário que exige radicais mudanças de paradigmas no seu uso, tanto para consumidores residenciais quanto para utilização no setor produtivo, especialmente na indústria.

De acordo com RAMPAZZO (2012), “consciente da gravidade da crise hídrica, as indústrias da construção civil estão na busca de soluções que contribuam

efetivamente para a minimização do quadro de aguda escassez e permita ao setor produtivo continuar produzindo e gerando riquezas e empregos”. Para isso é necessário que as empresas busquem informações e estratégicas essenciais para a correta gestão do uso da água, abordando os aspectos legais e também questões fundamentais para a captação, processamento de efluentes, uso racional e reúso.

De acordo com SALAMA (2012), “a água é um recurso natural com grande valor econômico, social e ambiental. É essencial para a vida e para economia. No entanto, ainda é pouca a percepção de seu valor”.

A utilização requer um planejamento avançado, para garantir sua disponibilidade permanente, o que quer dizer implantar o seu “uso sustentável”, de forma que a construção civil é grande consumidora de água e toda nova obra ou reforma usa litros de água para mistura de agregados com o cimento, formando a massa de concreto.

Para LAVRADOR (2012), “No Brasil apesar da aparente abundância de recursos hídricos, o reúso de água vem conquistando espaço principalmente nos grandes centros urbanos, onde as escassezes representam altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias. Para a aplicação do reúso em processos industriais, deve ser dada uma atenção especial à qualidade das águas em questão e aos efeitos potenciais na saúde dos usuários, nas instalações da indústria: como corrosão, incrustações e deposição de materiais sólidos nas tubulações, tanques e outros equipamentos, além dos efeitos nocivos aos processos produtivos, como alterações da solubilidade de reagentes nas etapas de processamento e alterações das características físicas e químicas dos produtos finais (LAVRADOR, 2012).

Sobre este assunto afirma MINOWA (2010), “O reúso e a reciclagem da água nas indústrias, passa a se constituir, portanto, ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial”. Reforça MINOWA (2010) que: “O reúso de água para indústria traz muitos benefícios, como os elencados a seguir: Benefícios ambientais: Benefícios econômicos e Benefícios sociais”.

A água é um produto essencial para o ser humano e outras formas de vida, por isso deve ter aspecto limpo e puro. Muitas vezes para alcançar esse objetivo é preciso recuperar sua qualidade através de um sistema de tratamento. O tratamento de água é um conjunto de procedimentos físicos ou químicos que são aplicados para que o líquido fique em condições adequadas para consumo. Atualmente encontramos diversos procedimentos para o tratamento de água e efluentes um deles é o sistema de decantação (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Portanto, é de grande relevância conscientizar as indústrias a tratarem e reutilizarem as águas usadas em sua produção por meio de decantação, um recurso viável e muito adotado pelas empresas atualmente. A empresa adotando esse processo de gestão de tratamento e reutilização vai poupar entre 70% a 80% desde reuso de água e uma economia na fatura de conta de energia, pois a nova tecnologia que será aplicada nos processos de decantação vai garantir uma água de melhor qualidade e com um baixo consume de energia elétrica trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

### 1.5 - DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para MARCONI e LAKATOS (2010), “Dotado necessariamente de um sujeito e de um objeto, a pesquisa passa por um processo de especificação. O processo de delimitação da pesquisa só é dado por concluído quando se faz a sua limitação geográfica e espacial”.

O estudo foi realizado no seguimento da indústria da construção civil na empresa Supermix Concreto S/A, uma empresa que atua na área de engenharia de concreto, mais especificamente na mistura, transporte e lançamento de concreto usinado em central. Fundada em 1976, em Belo Horizonte, atualmente com capacidade de entrega de mais de 7 milhões de metros cúbicos por ano a partir das mais de 130 filiais espalhadas pelo Brasil e pelo estado da Flórida.

Foi possível por meio de pesquisa realizada, constatar deficiências na área do meio ambiente com um grau maior na gestão da água que apresentou conflitos no processo de tratamento e reuso da água utilizada.

Diante dos fatos constatados propõe-se analisar o processo de gestão para tratamento e reuso da água por meio de decantação em indústrias da construção civil, propondo um controle qualitativo e quantitativo da água, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

### 1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente pesquisa abrange seis capítulos onde se definem nas seguintes ordens:

**Capítulo 1:** Apresenta a introdução ao tema do estudo, justificativa da proposta, seus objetivos gerais e específicos, contribuição e relevância da dissertação, delimitação da pesquisa e estrutura da dissertação.

**Capítulo 2:** A revisão bibliográfica é apresentada como forma de fundamentar os assuntos abordados como: reuso da água, principais variáveis físicas e químicas da água, tratamento da água por meio de decantação, função do decantador, tipos de decantadores, da gestão da água e a sustentabilidade do seu reuso, sustentabilidade nas indústrias da construção civil, impacto ambiental na construção civil, o consumo de recursos na indústria da construção civil e da gestão sustentável.

**Capítulo 3:** Procedimentos metodológicos são abordados neste capítulo. É detalhado o passo a passo da pesquisa nos seguintes itens: formulação do problema, a caracterização e design da pesquisa, participantes, coletas de dados e a análise dos dados e das etapas e procedimentos.

**Capítulo 4:** É de fundamental importância que se conheça os métodos de produção de concreto, o seu breve histórico, a normalização concreto, seus componentes e tipos.

**Capítulo 5:** Consiste em apresentar um estudo de caso originado de artigo publicado, onde aborda o processo de gestão para utilização da água para indústria da construção civil.

**Capítulo 6:** Apresenta as conclusões, recomendações da pesquisa para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1 - REUSO DE ÁGUA**

Para LAVRADOR (2012), “No Brasil apesar da aparente abundância de recursos hídricos, o reuso de água vem conquistando espaço principalmente nos grandes centros urbanos, onde as escassezes representam altos investimentos e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias. Para a aplicação do reuso em processos industriais, deve ser dada uma atenção especial à qualidade das águas em questão e aos efeitos potenciais na saúde dos usuários, nas instalações da indústria: como corrosão, incrustações e deposição de materiais sólidos nas tubulações, tanques e outros equipamentos, além dos efeitos nocivos aos processos produtivos, como alterações da solubilidade de reagentes nas etapas de processamento e alterações das características físicas e químicas dos produtos finais (LAVRADOR, 2012).

Afirma MINOWA (2010), “O reuso e a reciclagem da água nas indústrias, passa a se constituir, portanto, ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial”. Sobre este assunto afirma MINOWA (2010) que: o reuso de água para indústria traz muitos benefícios, como os elencados a seguir:

##### **2.1.1 - Benefícios ambientais**

- Redução do lançamento de efluentes industriais em cursos d’água, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas;
- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada;
- Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, hospitalar, etc.

### **2.1.2 - Benefícios econômicos**

- Conformidade ambiental em relação a padrões e as normas ambientais estabelecidas, possibilitando melhor inserção dos produtos brasileiros nos mercados internacionais;
- Mudanças nos padrões de produção e consumo;
- Redução dos custos de produção;
- Aumento da competitividade do setor;
- Habilitação para receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.

### **2.1.3 - Benefícios sociais**

- Ampliação da oportunidade de negócios para as empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, e em toda a cadeia produtiva:
- Ampliação na geração de empregos diretos e indiretos;
- Melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de empresas socialmente responsáveis.

Reutilizar a água, como o próprio nome já diz significa utilizar um mesmo volume de água para dois ou mais “processos”. Isto pode ocorrer dentro de uma indústria, edifício, canteiros de obra, usinas de asfalto e concreto ou pode ser feito pelo governo para fins comunitários.

Segundo RODRIGUES (2005), a reutilização de água pode direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não.

### **2.1.4 - Reuso indireto não planejado da água**

Ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

### **2.1.5 - Reuso indireto planejado da água**

Ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade do reuso objetivado.

### **2.1.6 - Reuso direto planejado das águas**

Ocorre quando os efluentes, após tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação.

Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso, quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades menos nobres a que a água seja aplicada. Um ponto importante é que as indústrias e “fazendas” que usam deste tipo de água buscam a alternativa do reuso da água para baixar custos e geralmente aproveitam também às águas de chuva para tornar o negócio mais viável, haja vista que projetos de reuso quando apresentados em empresas dos mais variados ramos, buscam uma recompensa financeira para justificar o investimento inicial. A imagem de “preservadora do meio ambiente” com certeza não é o que mais preocupa as indústrias, por outro lado, qualquer custo adicional a um produto devido ao alto custo da água, será repassado ao consumidor final. O organograma descreve algumas aplicações de reuso, seu “tipo” de contaminação relacionado ao seu possível reuso.

## **2.2 - PRINCIPAIS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA**

De acordo com STRAHLER (2015), “as variáveis físicas e químicas da água devem ser conhecidas antes, durante e após o reuso da água quando a finalidade é abastecimento residencial, agrícola, agropecuária, etc.”. Sabe-se que o custo é elevado quando se realizam os “testes” em laboratórios, para finalidades menos nobres as

amostras para análise podem ser feitas com maior espaço de tempo, barateando o sistema de reuso.

### **2.2.1 - Cor**

A coloração da água varia de acordo com as substâncias nela dissolvidas. Assim, quando pura e em grandes volumes é azulada; se contiver muito ferro, é arroxeadada. Será negra se for rica em manganês e amarelada se for rica em ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos (HORTON, 2014). Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.) (STRAHLER, 2015).

Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor, mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz (GRASSI, 2001).

### **2.2.2 - Resíduo total**

Segundo VON SPERLING (2005), “em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado”. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais e principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em

suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos) (SCHAFFER, 2013).

No controle operacional de sistemas de tratamento de esgotos, algumas frações de sólidos assumem grande importância. Em processos biológicos aeróbios, como os sistemas de lodos ativados e de lagoas aeradas mecanicamente, bem como em processos anaeróbios, as concentrações de sólidos em suspensão voláteis nos lodos dos reatores tem sido utilizada para se estimar a concentração de microrganismos decompositores da matéria orgânica (HORTON, 2014).

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (APHA, 2005).

### **2.2.3 - Temperatura**

De acordo com STRAHLER (2015), “variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical”.

A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (GRASSI, 2001).

### **2.2.4 - Turbidez**

Segundo VON SPERLING (2005), “a turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la”. Esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca. Devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em

estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas (SCHAFFER, 2013).

Para HORTON (2014), a erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo, mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro”.

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático (APHA, 2005).

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (VON SPERLING, 2005).

### **2.2.5 - Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO<sub>5,20</sub>, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais (GRASSI, 2001).

A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO<sub>5,20</sub> para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina (HORTON, 2014).

Para GRASSI (2001), “desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO<sub>5,20</sub>. Como na DBO<sub>5,20</sub> mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente”.

### **2.2.6 - Óleos e Graxas**

Segundo VON SPERLING (2005), “óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consiste no conjunto de substâncias que em determinado solvente consegue extrair da amostra e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100 °C”. Estas substâncias, ditas solúveis em n-hexano, compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros (SCHAFFER, 2013).

### **2.2.7 - Oxigênio Dissolvido (OD)**

Para GRASSI (2001), “o oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial”. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura. No caso do oxigênio, considerando-se como constituinte de 21% da atmosfera, pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Para 20°C, por exemplo, a é igual a 43,9 e, portanto, a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a  $43,9 \times 0,21 = 9,2$  mg/L (APHA, 2005).

### **2.2.8 - Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Conforme HORTON (2014), “por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental”.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (GRASSI, 2001). Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal (Resolução no 20 do CONAMA, 26

de junho de 1986), como pela legislação do Estado de São Paulo (Decreto no 8468/76). Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (BRASIL, 2002).

### **2.2.9 - Potássio**

Segundo VON SPERLING (2005), “potássio é encontrado em concentrações baixas nas águas naturais já que rochas que contenham potássio são relativamente resistentes às ações do tempo”.

Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura e entra nas águas doces com descargas industriais e lixiviação das terras agrícolas. Potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis (SCHAFFER, 2013).

### **2.2.10 - Série de Nitrogênio (Amônia, Nitrato, Nitrito E Nitrogênio Orgânico)**

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, devido à hidrólise sofrida pela uréia na água (RESENDE, 2003). Para SILVA (2008), “alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes”. A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos: fixação biológica desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas, a fixação química, reação que depende da presença de luz, concorre para as presenças de amônia e nitratos nas águas, as lavagens da atmosfera poluída pelas águas pluviais concorrem para as presenças de partículas contendo nitrogênio orgânico bem como para a dissolução de amônia e nitratos. Nas áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte difusa de difícil caracterização (LEAL, 1998).

De acordo com HORTON (2014),” Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. São tidos como macro nutrientes pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas”.

Quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização (GRASSI, 2001). O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio é comprometida pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo (RESENDE, 2003).

### **2.2.11 - Surfactantes**

Sobre este assunto afirma HORTON (2014), “que analiticamente, isto é, de acordo com a metodologia analítica recomendada, detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas”. Os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/L de detergentes.

## **2.3 - TRATAMENTO DA ÁGUA POR MEIO DE DECANTAÇÃO**

A água é um produto essencial para o ser humano e outras formas de vida, por isso deve ter aspecto limpo e puro. Muitas vezes para alcançar esse objetivo é preciso recuperar sua qualidade através de um sistema de tratamento. O tratamento de água é um conjunto de procedimentos físicos ou químicos que são aplicados para que o líquido fique em condições adequadas para consumo. Atualmente encontramos diversos procedimentos para o tratamento de água e efluentes um deles é o sistema de decantação (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Para CINTRA (2012), “é um processo de recuperação da qualidade da água utilizada pela indústria. O tratamento da água deve ser orientado por um profissional da área, como um engenheiro químico, engenheiro ambiental, químico ou técnico químico”.

Frequentemente, à água é utilizada pela indústria para diversas finalidades que vão desde a simples limpeza até no resfriamento de processos industriais. Esta água muitas vezes contém metais pesados ou outros produtos tóxicos ao meio ambiente e por isso à água necessita ser recuperada antes de seu lançamento na rede de esgotos ou nas vias fluviais. A água é um elemento fundamental em praticamente todos os setores

industriais. Incentivadas por razões econômicas, diversas empresas passaram a conduzir programas de gestão dos seus recursos hídricos, implementando projetos de reuso, redução de perdas e racionalização do uso, obtendo reduções expressivas do consumo de água e dos lançamentos de efluentes ao meio ambiente (LIBÂNIO, 2008).

Segundo RICHTER (2009), “Decantação é uma das técnicas mais antigas e simples de remoção de impurezas da água; Resulta da ação da força da gravidade sobre as impurezas facilitando a sedimentação delas no fundo da unidade”. A decantação é um método de separação de misturas heterogêneas de dois tipos: líquido + sólido e líquidos imiscíveis. Essa técnica é física, pois se baseia na diferença de densidade entre os componentes da mistura (LEME, 2010).

#### 2.4 - FUNÇÃO DO DECANTADOR

O intuito do processo é remover as partículas sólidas ou lodos que permanecem suspensas por ação da gravidade. Os flocos de sujeira mais pesados ficam depositados no fundo dos tanques, separando-se da água. Os tanques de decantação podem ser retangulares ou circulares. Apesar de ser considerado um processo simples, existem vários tipos de sistemas. De acordo com CAVALCANTI (2009), o tratamento e purificação de águas, saneamento ambiental, efluentes hídricos e industriais, para aplicação em tratamento de água e efluentes, os processos de decantação podem ou não estar associados a processos auxiliares para viabilizar o processo de separação. Sendo assim é possível encontrar três tipos de decantadores: Os convencionais, os de alta taxa e os centrífugos. Os convencionais são mais antigos e comuns e demandam de certa área de aplicação. Para esses, normalmente são aplicados sistemas mecânicos de remoção. Os de alta taxa são aqueles que necessitam de superfícies inclinadas de decantação, reduzindo à área de aplicação e ocupando área menores (FILHO e BRANCO, 2013).

Dentro dos processos de tratamento de águas e efluentes são gerados alguns sólidos insolúveis, provenientes da ação de depuração dessas matrizes. Esses sólidos são chamados de lodo. Sendo o lodo um composto mais denso que à água e formando uma mistura heterogênea, esse pode ser separado por decantação. Há casos ainda em que os processos de decantação são aplicados no início do tratamento, para remoção de areias e cargas de sólidos mais densos que venham a fazer parte da mistura a ser tratada, esse

processo ajuda a tornar o tratamento mais simples bem como pode proteger os componentes das estações contra danos (MONTE e ALBUQUERQUE, 2010).

Para RICHTER (2009), “o principal elemento utilizado nos sistemas de decantação são os removedores de lodo, que são fornecidos de acordo com à exigência de cada processo. A retirada do lodo é feita através de sistemas de descargas de fundo automáticas ou manuais”. A água purificada é retirada pela parte superior do equipamento, através de “calha coletora” e enviada ao tanque de decantação. “Sistemas de decantação são sistemas de separação física entre misturas heterogêneas de compostos com diferentes densidades. Sofrendo à ação da gravidade, cada composto vai se depositando por camadas, do mais denso para o menos denso, até que todos estejam separados. A velocidade de separação depende diretamente da diferença de densidade entre os componentes (FILHO e BRANCO, 2013).

Os removedores devem atender a demanda dos processos com características de operação diferenciadas, podendo ser retangular, circular, de acionamento periférico, acionamento central, além de se caracterizarem de acordo com a etapa de processo ou tipo de efluente que nos resultará em sólidos sedimentados de acordo com seu peso. Os sistemas de decantação são aplicados nos mais diversos sistemas de tratamento de água e efluentes, municipais ou industriais com o objetivo principal de separação sólido/líquido, com ou sem etapas preliminares para remoção de DBO/DQO para efluentes com poluentes orgânicos (LEME, 2010).

Segundo CAVALCANTI (2009), “a função dos decantadores é permitir que os flocos que já clarificaram à água no floculador se sedimentem”. A saída da água depois de ocorrida a sedimentação é feita junto à superfície, comumente por calhas dispostas, formando desenhos diversos e sobre cujos bordos superiores a água flui, constituindo esses bordos autênticos vertedouros.

Líquido e sólido: O primeiro passo é deixar a mistura em repouso, visto que a parte sólida costuma ser a mais densa, com o tempo e com a ação da gravidade, o sólido irá se depositar no fundo do recipiente. Essa parte do processo é chamada de sedimentação. Depois realizamos a decantação, ou seja, a separação cuidadosa da parte líquida que ficou em cima, transferindo-a para outro recipiente.

Isso pode ser feito por meio de uma sifonação, que é a transferência do líquido por meio de um sifão, iniciando-se o fluxo por sucção (MONTE e ALBUQUERQUE, 2010).

Para BORGES (2012), “o sistema de Decantação é aplicado em processos de tratamento de efluente, com a finalidade de remoção de partículas sólidas em suspensão através do processo de sedimentação, ou seja, os flocos de sujeira mais pesados do que as águas decantam e se depositam no fundo do decantador”.

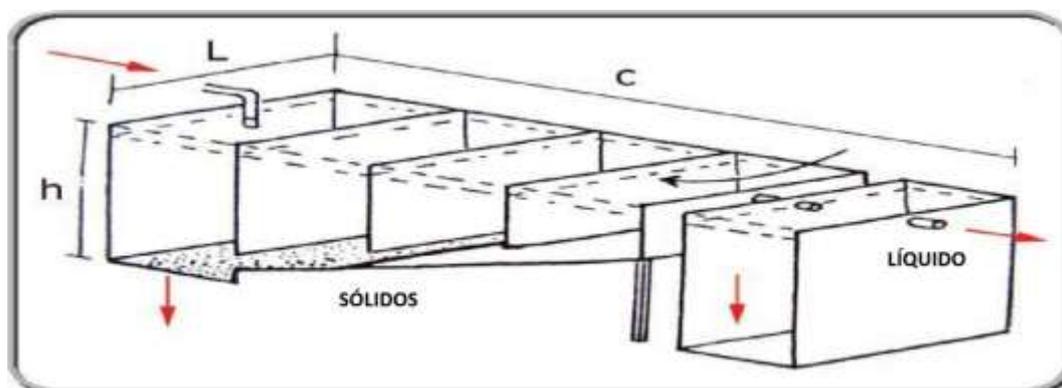


Figura 2.1 - Processo de um Decantador Convencional.

Fonte: CINTRA (2012).

De acordo com CINTRA (2012), “o efluente a ser clarificado é introduzido ao tanque através de sistema de alimentação central, visto que tal sistema permite a alimentação do tanque de decantação de forma constante e uniforme, diminuindo os efeitos de turbulência”.

A retirada do lodo (sólidos que se sedimentam no fundo do Decantador) é efetuada através de sistemas de descargas de fundo automáticas ou manuais. A água purificada através da separação é retirada pela parte superior do equipamento, através de “calha coletora” ao tanque de decantação.

## 2.5 - TIPOS DE DECANTADORES

Sobre este assunto afirma LEME (2010) que: os tipos de decantadores podem ser caracterizados como os elencados a seguir:

### 2.5.1 - Em função do escoamento da água

– Decantadores de escoamento horizontal: a água escoar na direção longitudinal, sendo que o comprimento é a dimensão predominante.

- Decantadores de escoamento vertical: a água escoar em movimento ascendente da parte inferior até a superfície dos tanques.

### **2.5.2 - Em função das condições de funcionamento**

- Decantadores do tipo clássico ou convencional: são aqueles em que se processa apenas a sedimentação com água já floculada.

- Decantadores com contato de sólidos: são aqueles que promovem simultaneamente a agitação, floculação e a decantação.

- Decantadores com escoamento laminar: o escoamento se dá em regime laminar.

### **2.5.3 - Quanto à operação podem ser agrupados**

- Convencionais (clássicos) – recebem a água floculada e processam apenas a decantação;

- De Contato de Sólidos ou Floco Decantador – processam a floculação e decantação no mesmo tanque (manto de lodo entre 10 e 20% do volume).

- De Fluxo Laminar ou Tubulares – utilizam elementos tubulares ou placas paralelas para direcionar o fluxo.

Os decantadores tubulares ou de alta taxa, também são denominados tecnicamente e comercialmente como decantadores lamelares ou laminares. Esses decantadores são um aperfeiçoamento dos sedimentadores com fundos múltiplos, desenvolvidos a partir de 1915 com base nas experiências desenvolvidas por Hazen em 1904, onde foi evidenciado que a eficiência do tanque de sedimentação depende de sua área e não de sua profundidade (CARISSIMI, 2007).

De acordo com CUNHA (2004), “os decantadores lamelares podem ser de fluxo horizontal ou vertical, sendo o que os difere dos decantadores convencionais, é o emprego de placas ou módulos no interior dos mesmos, os quais diminuem a turbulência e reduzem valores”. Conforme informado por DI BERNARDO (1993), “podem ser na forma de dutos de seção circular, quadrada, retangular ou hexagonal. Além disso, esses decantadores apresentam resultados de eficiência de remoção de

turbidez superiores aos decantadores convencionais, quando comparados sob a mesma condição operacional”.

## 2.6 - DA GESTÃO DA ÁGUA E A SUSTENTABILIDADE DO SEU REUSO

A crise da água chegou e as projeções dos especialistas indicam que deverá alongar-se no tempo e agravar-se ainda mais. É, portanto, cenário que exige radicais mudanças de paradigmas no seu uso, tanto para consumidores residenciais quanto para utilização no setor produtivo, especialmente na indústria.

Em janeiro de 1997, entrou em vigor a Lei nº 9.433/1997, também conhecida como Lei das Águas. O instrumento legal instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Segundo a Lei das Águas, a Política Nacional de Recursos Hídricos tem seis fundamentos. A água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico (MACÊDO, 2014).

A Lei prevê que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Também determina que, em situações de escassez, o uso prioritário da água é para o consumo humano e para a dessedentação de animais. Outro fundamento é o de que a bacia hidrográfica é a unidade de atuação do SINGREH e de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2002).

O segundo artigo da Lei explicita os objetivos da PNRH: assegurar a disponibilidade de água de qualidade às gerações presentes e futuras, promover uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos (chuvas, secas e enchentes), sejam eles naturais sejam decorrentes do mau uso dos recursos naturais (BRASIL, 2002).

Conforme LIMA (2003), “o território brasileiro contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Ao todo, são 200 mil microbacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no Brasil) “. É um enorme potencial hídrico, capaz de prover um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) – de 1.700 m<sup>3</sup>/s por habitante por ano (ALMEIDA, 2012).

Apesar da abundância, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis. O acesso à água não é igual para todos. As características geográficas de cada região e as mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a distribuição.

De acordo com RAMPAZZO (2012), “consciente da gravidade da crise hídrica, as indústrias da construção civil estão na busca de soluções que contribuam efetivamente para a minimização do quadro de aguda escassez e permita ao setor produtivo continuar produzindo e gerando riquezas e empregos”. Para isso é necessário que as empresas busquem informações e estratégias essenciais para a correta gestão do uso da água, abordando os aspectos legais e também questões fundamentais para a captação, processamento de efluentes, uso racional e reúso.

A decrescente disponibilidade de água, a cobrança pelo seu uso, as crescentes exigências de tratamento dos efluentes e a necessidade de manutenção ou melhoria da qualidade das águas dos corpos receptores elevam a sustentabilidade na gestão das águas e efluentes a um patamar de primeira grandeza para a própria sustentabilidade dos negócios das organizações, principalmente daqueles que têm grande dependência desse bem, cada vez mais precioso. Para enfrentar os desafios da gestão eficiente da água é necessário adotar um programa de gestão da água as quais podem ser implantadas a curto, médio e longo prazo, conforme as características de cada indústria (VARGAS, 2012).

De acordo com SALAMA (2012), “a água é um recurso natural com grande valor ‘econômico’, social e ambiental. É essencial para a vida e para economia. No entanto, ainda é pouca a percepção de seu valor”.

A utilização requer um planejamento avançado, para garantir sua disponibilidade permanente, o que quer dizer implantar o seu “uso sustentável”, de forma que a construção civil é grande consumidora de água e toda nova obra ou reforma usa litros de água para mistura de agregados com o cimento, formando a massa de concreto.

De acordo com a resolução CONAMA 430/11, os efluentes de qualquer fonte geradora só podem ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nessa resolução (BRASIL, 2011).

Atualmente, a qualidade, a condição e as normas para cada uso de água são reguladas pela resolução 357/05 do CONAMA que estabelece os critérios para cada classe de corpos d’água. Esta resolução foi complementada pela 430/11 que definiu as

regras para o despejo de efluentes nos cursos d'água. Desse modo as águas já utilizadas, em indústrias ou em domicílios são chamadas de efluentes e o seu retorno aos córregos, rios, lagos ou represas, também deve obedecer às normas rígidas, reunidas recentemente em resolução do conselho nacional do meio ambiente (BRASIL, 2011).

## 2.7 - SUSTENTABILIDADE NAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, o crescimento no setor construtivo vem proporcionando uma intensa demanda pelo uso do concreto e demais materiais na indústria da construção civil. É válido destacar que esse avanço da construção civil, aliado a despreocupação ambiental, vem resultando em grandes prejuízos ao meio ambiente (L. DUet *al.*, 2002). O grande consumo de água e os resíduos sólidos/líquidos gerados em centrais de usinagem de concreto são motivos que podem acarretar grandes impactos ambiental, e até mesmo custos adicionais de produção. O problema é ampliado nos resíduos gerados no interior do balão no final dos serviços de concretagem, e na quantidade de água gasta na lavagem dos caminhões (PINTO, 2005). Segundo CASSA (2001), “estima-se que os resíduos produzidos nas atividades de construção civil, estão entre 400 e 500 Kg/hab. Ano, de maneira geral o setor construtivo seja responsável por 40% dos resíduos gerados na economia”.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC) (2016), “com exceção à água, o concreto é considerado o material mais consumido no mundo. Cada ano é aplicado cerca de 5.600 milhões de metros cúbicos de concreto, que são preparados com algo ao redor de 2.400 milhões de toneladas de cimento e mais de 1 milhão de metros cúbicos de água”. O mesmo autor afirma que só na região de São Paulo, são gerados cerca de 3.500 m<sup>3</sup> a 7.000m<sup>3</sup> de concreto residual. É provável que, com o imenso consumo de água e a grande quantidade de resíduos gerados, causam grande impacto ambiental, ocasionando contaminação no solo e grandes danos aos ambientes fluviais. Estimativas atuais apontam que a hidrosfera da Terra contém uma quantidade de água em volta de 1386 milhões quilômetros cúbicos. No entanto, 97,5% deste montante são águas salinas e apenas 2,5% é água doce. A maior parte dessa água doce (68,7%) está na forma de gelo e cobertura de neve permanente na Antártica, no Ártico, e nas regiões montanhosas. Em seguida, 29,9% existem como as águas subterrâneas frescas. Apenas 0,26% do montante total das águas doces da Terra estão concentrados em lagos, reservatórios e sistemas

fluviais (CURWELL e COOPER, 1998). Observa-se que, pequena porcentagem de água doce está disponível para consumo, a maior parte é de difícil acesso, considerando processos de tratamento e custos de transporte até o consumo humano.

## 2.8 - IMPACTO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme PINTO (2005), “a enorme quantidade de resíduos produzida pela indústria da construção civil tem sido notícia frequente porque vem há tempos causando sérios problemas urbanos, sociais e econômicos, o gerenciamento desses resíduos torna-se mais complicado quanto maior for a quantidade produzida”. Esses dados provavelmente tornam a indústria da construção civil a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente, o conjunto de processos que acompanha a construção civil acaba por fazer parte de importantes impactos ambientais que degradam significativamente a qualidade de vida do ambiente urbano. Estima-se que a cadeia de ações da construção civil seja responsável pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não-renováveis (CURWELL e COOPER, 1998).

O processo produtivo do cimento tem sido apontado como gerador de impactos tanto ambientais, como sociais. Impactos relacionados com as comunidades no entorno das fábricas eram corriqueiros e alguns deles causavam conflitos com seus habitantes, tanto por gerarem problemas no meio natural como por questões relacionadas à saúde humana, tais como: contaminações no ar, na água ou no solo (HOPPENet *al.*, 2006). Atualmente, nem todas as fábricas de cimento são problemáticas, já que parte delas vem cada vez mais se comportando de forma a atender legislações, buscando uma maior responsabilidade socioambiental (CASSA, 2001).

## 2.9 - O CONSUMO DE RECURSOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo ALMEIDA (2012), “estima - se que o setor de construção civil brasileiro consuma cerca de 210 milhões de toneladas por ano de agregados naturais somente para a produção de concretos e argamassas”. O autor ainda afirma que o volume de recursos naturais utilizados pela construção civil, muitos deles não-renováveis, corresponde a pelo menos um terço do total consumido anualmente por toda a sociedade e que, dos 40% da energia consumida mundialmente pela construção civil,

aproximadamente 80% concentra-se no beneficiamento, produção e transporte de materiais, alguns deles também geradores de emissões que provocam o aquecimento global, chuva ácida e poluição do ar.

O setor da construção civil além de ser um dos maiores da economia ele produz os bens de maiores dimensões físicas do planeta, sendo conseqüentemente o maior consumidor de recursos naturais de qualquer economia.

Pode-se dizer ainda que o consumo de recursos naturais é maior do que o necessário devido ao elevado volume de perdas incorporadas às construções ou eliminadas como resíduos. É inevitável que ocorra um determinado volume de perdas. Porém a fração das perdas que excede ao limite mínimo característico da tecnologia empregada é considerada desperdício. Segundo este mesmo autor “os limites entre perda inevitável e o desperdício são difíceis de estabelecer e para uma mesma tecnologia variam com características regionais e no tempo”. A perda incorporada apesar de na maioria das vezes ser menos perceptível que a perda que sai da obra na forma de resíduos é causadora de consumo excessivo de recursos e geração de desperdício (ALMEIDA, 2012).

Para a construção civil o grande desafio é alcançar uma melhoria e ampliação do ambiente construído com o emprego de um volume inferior de recursos naturais, principalmente nos países não desenvolvidos devido à necessidade de se construir uma quantidade maior de bens.

## 2.10 - DA GESTÃO SUSTENTÁVEL

A gestão sustentável surgiu da necessidade das empresas organizarem melhor suas diversas formas de se relacionar no meio ambiente. Desse modo, podem ser definidas como atividade de administrar o uso dos recursos naturais, por meio de ações ou medidas econômicas, investimentos, ações institucionais e procedimento jurídico, com a finalidade de manter ou recuperar a qualidade dos recursos e o desenvolvimento social (RAMPAZZO, 2012).

Atualmente tem sido observado que as empresas que cuidam de seus passivos ambientais e têm práticas de gestão sustentável e seus custos reduzidos porque, conforme SALAMA (2012):

- Consomem menos água, pelo uso racional;
- Consomem menos energia, pela redução dos desperdícios;

- Utilizam menos matéria-prima, pela racionalização do seu uso;
- Geram menos sobra e resíduos, pela adequação do uso de insumos;
- Reutilizam, reciclam ou vendem resíduos, quando possível;
- Gastam menos com o controle de poluição.

Visto que ao se reduzir os custos, as empresas elevam sua competitividade, pois podem cobrar preços menores. Além disso, conquistam novos consumidores pela demonstração de responsabilidade social, já que hoje o consumidor está cada vez mais consciente e bem informado a respeito dos efeitos ambientais e dos processos produtivos e ecologicamente saudáveis, está disposto a pagar mais caro por marcas associadas a uma atitude positiva em relação à proteção do meio-ambiente (HOPPEN *et al.*, 2006).

Para VARGAS (2012), é comum pensar que as indústrias são as grandes poluidoras do meio-ambiente, porque lidam com recursos naturais, consomem muita água e energia, emitem poeiras e gases tóxicos, e geram efluentes e resíduos sólidos de difícil tratamento.

A adoção de sistema de gestão sustentável, normalmente, é um processo voluntário. Ao optar pela sua implantação, porém as empresas não devem apenas buscar benefícios financeiros, economia de matéria-prima, eficiência da produção e marketing, devem estimar também os riscos de não gerenciar adequadamente seus aspectos ambientais, como acidentes, descumprimento da legislação ambiental, incapacidade de obter crédito bancários e outros investimentos de capitais, e perda de mercados por incapacidade competitiva (SALAMA, 2012). Ao longo da história o homem tem passado por profundas mudanças na sua forma de ver o mundo. De uma abordagem mecanicista e cartesiana da realidade vem evoluindo gradativamente para uma visão sistêmica e holística do mundo que habitamos.

O modelo de pensamento que ao longo dos séculos manteve o homem em relação a natureza como o ente predador e dominador vem sendo substituído por uma visão que considera forma interligada os fenômenos biológicos, sociais, econômicos e ambientais.

A crise ambiental, um dos maiores desafios do Planeta, é resultado do modelo de desenvolvimento que se tomou como paradigma, onde o recurso natural vem diminuindo e comprometendo qualidade de vida e os sistemas econômicos.

A gestão sustentável passa necessariamente por considerar um novo modelo de desenvolvimento incorporando ao conceito de meio ambiente a ideia do homem inserido no mesmo, além do próprio meio físico. É necessário entender que os meios físicos e socioeconômicos são fontes de recursos que dão suporte as atividades humanas e ao mesmo tempo são por elas impactados (LEAL, 1998).

A abundância e a carência da água tem sido fator determinante da evolução dos povos, desde que as disponibilidades hídricas excedentes, em certas regiões, têm favorecimento ao florescimento de civilizações e em outras, que apresentam déficit hídrico representa um grande condicionador ao desenvolvimento das regiões inseridas nestas condições hidrológicas.

O crescente e exponencial aumento da população mundial, o desenvolvimento urbano e a expansão industrial, resultado de uma sociedade que está se modernizando, sem os devidos cuidados de proteção e preservação ambiental, está associada a situações de carência de água e de poluição dos recursos hídricos que cada vez mais vem se traduzindo na degradação da qualidade de vida do planeta. Este problema ganha dimensões preocupantes, quando se sabe que a água é um recurso natural essencial a subsistência do homem e às suas atividades em especial aquelas de natureza econômica e quando se sabe que este recurso, que assume característica de bem estratégico e de valor econômico, ao contrário do que ocorre com outros recursos, não pode ser substituído pela maior parte das suas utilizações (RESENDE, 2003). Portanto a água, um bem finito e cada vez mais escasso, não é somente um elemento imprescindível a vida, mas também fator condicionante do desenvolvimento econômico e do bem-estar social.

Os problemas relacionados com a água, um dos mais importantes recursos ambientais, não estão dissociados das relações históricas entre o homem e o meio ambiente e suas atividades produtivas, as quais tem resultado numa grave crise ambiental no nosso planeta.

Esta crise ambiental, na qual os recursos hídricos estão inseridos é decorrente do modelo de desenvolvimento adotado, que se tem como paradigma. Onde os recursos naturais está se escasseando seja em qualidade como em quantidade. É necessária uma mudança de concepção no modelo de desenvolvimento, o que já vem ocorrendo, porém de forma assimétrica. Neste sentido sugere-se a adoção de uma abordagem sistêmica, ou seja, que se considere o meio ambiente como uma composição que envolve o meio físico, o homem e suas atividades.

Torna-se necessário adotar uma abordagem integrada que harmonize o meio físico, os recursos naturais como meio socioeconômico, de maneira a permitir uma exploração ordenada e autossustentável dos recursos hídricos (LEAL, 1998).

Há que se reconhecer que, sem considerar o meio ambiente como parte do desenvolvimento de longo prazo, preservando-o e os seus recursos naturais, estaremos promovendo uma progressiva perda de qualidade de vida das pessoas de forma direta e indireta comprometendo a vida no planeta. Dentro deste contexto vale ressaltar que água doce, um recurso natural cada vez mais escasso, corresponde a menos de 3% da água estimada no Planeta e representa o mais importante dentre todos. Está relacionado com a sobrevivência dos seres vivos que aqui habitam, bem como atende as necessidades básicas e vitais dos seres humanos (LIMA, 2003).

Daí cada vez mais aumenta a preocupação com os problemas nos domínios dos recursos hídricos, principalmente no que se refere aos desafios relacionados como a escassez de água, a poluição e contaminação das águas, entre outros, que podem cada vez mais condicionar o desejável desenvolvimento socioeconômico dos países.

Os problemas crescentes relacionados com os recursos hídricos dizem respeito à adequação entre a demanda e oferta de água. A crescente demanda por alimentos e produtos industrializados, a urbanização desordenada, produzindo grandes metrópoles com os problemas ambientais inerentes a esta estrutura (saneamento básico, enchentes, etc.) e outras atividades humanas, tais como o desmatamento, o assoreamento dos cursos d'água, os despejos industriais e urbanos, às atividades de mineração e poluição decorrentes de exploração agrícola, representam fatores que contribuem para o agravamento deste quadro, conduzindo para se utilize técnicas de gestão dos recursos hídricos que minimizem estes óbices (RESENDE, 2003). Para enfrentar estes desafios os modelos de gestão de recursos hídricos vêm consolidando princípios que consideram a visão sistêmica e integrada dos elementos que compõem o meio ambiente; a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e o processo participativo e descentralizado, como a forma mais adequada de tomada de decisão na administração da água.

## CAPÍTULO 3

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, de natureza descritiva e qualitativa. Para CERVO e BERVIAN (2011), “este tipo de pesquisa ocorre quando se registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, sem manipulá-los”.

O estudo foi realizado na empresa SUPERMIX CONCRETO S/A, onde foi possível por meio de pesquisa realizada na empresa, constatar deficiências na área de meio ambiente, principalmente na utilização da água que é o principal insumo utilizado pela organização. A utilização da água requer um planejamento avançado, para garantir sua disponibilidade permanente, o que quer dizer implantar o seu “uso sustentável”, de forma que a construção civil é grande consumidora de água e toda nova obra ou reforma usa litros de água para mistura de agregados com o cimento, formando a massa de concreto (SALAMA, 2012).

Os instrumentos de pesquisa utilizados na pesquisa foram: a análise documental, entrevista e observação direta, onde os dados coletados e análise dos dados foram tabulados e analisados em diversos setores da empresa como: gerência, supervisão, laboratório de gestão da qualidade e produção. Para a pesquisa foram elaborados formulários de pesquisas. Através do formulário de análise documental foi possível coletar documentos como: relatórios, certificações, certidões, comprovantes, atas, estatutos, manuais entre outros, a fim de identificar se a empresa conta com documentação padronizada.

Para à entrevista foi elaborado um roteiro com sete perguntas aos três funcionários de níveis hierárquicos diferentes. Um funcionário do nível estratégico, do nível tático e do nível operacional. Na observação direta foi utilizado um formulário de observação direta onde foi possível preenche-lo de acordo com a análise pessoal.

Segundo RUDIO (2011), “chama-se de instrumento de pesquisa o que é utilizado para a coleta de dados”, ou seja, é estabelecido efetivamente o que será utilizado no desenvolvimento do estudo para à obtenção das informações pertinentes ao trabalho.

Por meio da coleta de dados foi possível observar o resultado da pesquisa e identificar as deficiências no processo de tratamento e reuso da água na empresa. De acordo com GIL (2011), “A coleta de dados ajuda à analisar ponto a ponto os fatos ou

fenômenos que estão ocorrendo em uma organização, sendo o ponto de partida para a elaboração e execução de um trabalho”.

### 3.1 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Conforme MARCONI e LAKATOS (2010), “Problema é uma dificuldade, teórica ou prática, no conhecimento de alguma coisa de real importância, para a qual se deve encontrar uma solução. Na formulação de um problema deve haver clareza, concisão e objetividade”.

Foi possível por meio de pesquisa realizada, constatar deficiências na área do meio ambiente com um grau maior na gestão da água que apresentou conflitos no processo de tratamento e reuso da água utilizada.

O grande consumo de água e os resíduos sólidos/líquidos gerados em centrais de usinagem de concreto são motivos que podem acarretar grandes impactos ambiental, e até mesmo custos adicionais de produção. O problema é ampliado nos resíduos gerados no interior do balão no final dos serviços de concretagem, e na quantidade de água gasta na lavagem dos caminhões (PINTO, 2005).

O tratamento e o reuso da água nas indústrias, passa a se constituir, portanto, ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial. O reuso de água para indústria trazem muitos benefícios como:

- Benefícios ambientais: Reduz o lançamento de efluentes industriais em cursos d’água, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas, contribuindo com a preservação do meio ambiente.
- Benefícios econômicos: Diminui o consumo da água e da energia pela redução do desperdício e reduz seus custos de produção.
- Benefícios sociais: Melhora a imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de empresas socialmente responsáveis, garantindo assim os recursos naturais para as gerações futuras.

Reforça MARCONI e LAKATOS (2010) que, “a formulação do problema prende-se ao tema proposto: ela esclarece a dificuldade específica com a qual se defronta e que se pretende resolver por intermédio da pesquisa”.

De acordo com o que foi apresentado, foi elaborada a seguinte problemática: Como otimizar o processo de gestão para tratamento e reuso da água por meio de decantação em indústrias da construção civil?

## 3.2 - CARACTERIZAÇÃO E DESIGN DA PESQUISA

### 3.2.1 - Caracterização da pesquisa

O presente estudo trata-se de uma investigação do processo de gestão para tratamento e reuso da água por meio de decantação, realizado no seguimento da indústria da construção civil na empresa Supermix Concreto S/A.

Tendo por referência à pergunta de pesquisa e os objetivos deste estudo, a opção metodológica foi pela pesquisa de natureza descritiva e qualitativa. Para CERVO e BERVIAN (2011), “este tipo de pesquisa ocorre quando se registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, sem manipulá-los”.

A pesquisa descritiva tem por objetivo descrever as características de uma população, de um fenômeno ou de uma experiência. Esse tipo de pesquisa estabelece relação entre as variáveis no objeto de estudo analisado. Variáveis relacionadas à classificação, medida e/ou quantidade que podem se alterar mediante o processo realizado (YIN, 2015).

A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001).

CRESWELL (2010) define a abordagem qualitativa como sendo “um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano”. Os principais procedimentos qualitativos, segundo CRESWELL também, focam em amostragem intencional, coleta de dados abertos, análise de textos ou de imagens e interpretação pessoal dos achados.

Conhecendo tais procedimentos, verifica-se que o pesquisador atuará ativamente na interpretação dos resultados e precisará estar muito atento aos jogos de linguagem (OLIVEIRA, 2001), que analogamente corresponde aos diversos cenários em que a pesquisa será aplicada. A partir daí o pesquisador poderá extrair a significação de suas pesquisas qualitativas, possibilitando a determinação do sentido das expressões linguísticas e o entendimento amplo dos resultados de sua pesquisa.

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças

entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências (GERHORDT e SILVEIRA, 2009).

Dessa forma, MARCONI e LAKATOS (2010), explicam que a abordagem qualitativa se trata de uma “pesquisa que tem como premissa, analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano e ainda fornecendo análises mais detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento”. Assim, o que percebemos é que a ênfase da pesquisa qualitativa é nos processos e nos significados.

### **3.2.2 - Design da pesquisa**

Esta pesquisa teve como início a revisão prévia da literatura feita antecipadamente para a definição do problema a ser estudado. Após a definição da problemática foi feita a revisão bibliográfica, onde foram definidos os itens a serem estudados e passaram por identificação de seus conceitos e teorias que foram analisados e por fim concluídos.

A opção metodológica utilizada foi pela pesquisa de natureza descritiva e qualitativa, os instrumentos de pesquisa utilizados para coletar os dados foram: a análise documental, entrevista e observação direta. Logo após foram feitos a compilação dos dados obtidos, os mesmos foram reunidos para passarem por uma validação onde foram analisados e tabulados para assim verificar se seus resultados foram satisfatórios, se sim, eles passavam por uma última análise para serem concluídos, se não, os instrumentos de pesquisa eram aplicados novamente e de uma forma mais criteriosa eram compilados para assim serem validados gerando um resultado satisfatório para finalmente serem concluídos.

A estrutura geral da pesquisa define os passos a serem seguidos dentro da metodologia adotada para a mesma, o escopo do trabalho e a estrutura da revisão bibliográfica, conforme mostra a Figura 3.1:

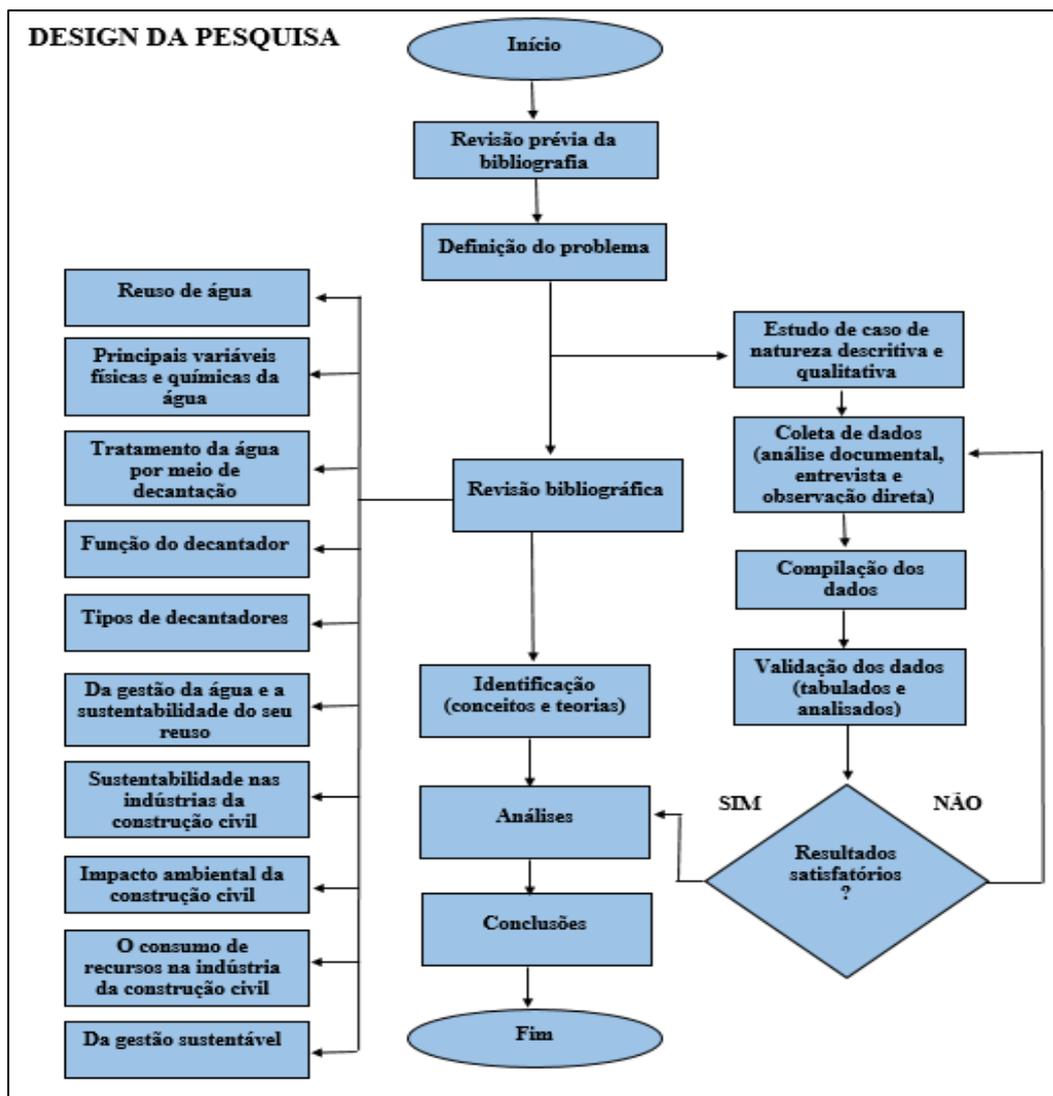


Figura 3.1 - Design da Pesquisa.

### 3.3 - PARTICIPANTES

De acordo com ROSSETTO (1998), “o fato de se delimitar os participantes do estudo somente por aqueles ditos principais, pode resultar na perda de informações importantes. Eles recomendam que se estudem outros sujeitos, que chamam de coadjuvantes e os excluídos”.

A entrevista foi realizada com os três níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional da empresa Supermix Concreto S/A, foram escolhidos um representante de cada nível hierárquico para realização da entrevista: do nível estratégico (Gerente), do nível tático (Supervisor), e do nível operacional (operador de produção).

Na observação direta o formulário de pesquisa foi preenchido pelo pesquisador de acordo com a sua análise pessoal.

Na análise documental o formulário de pesquisa foi preenchido pelo pesquisador de acordo com a documentação apresentada.

### 3.4 - COLETA DE DADOS

Segundo GIL (2011), “a coleta de dados em um estudo de caso é baseada em diversas fontes de evidências”. Para efeito de elaboração dessa pesquisa, foram utilizados os seguintes procedimentos: a análise documental, entrevista e observação direta.

Os dados coletados e análise dos dados foram tabulados e analisados em diversos setores da empresa como: gerência, supervisão, laboratório de gestão da qualidade e produção. Para a pesquisa foram elaborados formulários de pesquisas. Através do formulário de análise documental (Apêndice C) foi possível coletar documentos como: relatórios, certificações, certidões, comprovantes, atas, estatutos, manuais entre outros, a fim de identificar se a empresa conta com documentação padronizada.

Para à entrevista foi elaborado um roteiro com sete perguntas (Apêndice A) aos três funcionários de níveis hierárquicos diferentes. Um funcionário do nível estratégico, do nível tático e do nível operacional. Na observação direta foi utilizado um formulário de observação direta (Apêndice B) onde o pesquisador preencheu de acordo com a sua análise pessoal.

Segundo RUDIO (2011), “chama-se de instrumento de pesquisa o que é utilizado para a coleta de dados”, ou seja, é estabelecido efetivamente o que será utilizado no desenvolvimento do estudo para à obtenção das informações pertinentes ao trabalho.

Por meio da coleta de dados foi possível observar o resultado da pesquisa e identificar as deficiências no processo de tratamento e reuso da água na empresa. De acordo com GIL (2011), “A coleta de dados ajuda a analisar ponto a ponto os fatos ou fenômenos que estão ocorrendo em uma organização, sendo o ponto de partida para a elaboração e execução de um trabalho”.

### 3.5 - ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados é uma das fases mais importantes da pesquisa, pois, a partir dela, é que serão apresentados os resultados e a conclusão da pesquisa, conclusão essa que poderá ser final ou apenas parcial, deixando margem para pesquisas posteriores (MARCONI e LAKATOS, 2010).

As técnicas de análise de dados utilizados nesta pesquisa de natureza descritiva e qualitativa foram: análise de conteúdo e a estatística descritiva univariada.

#### 3.5.1 - Análise de conteúdo

Conforme MINAYO (2001), “é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que tem por objetivo enriquecer a leitura e ultrapassar as incertezas, extraindo conteúdos por trás da mensagem analisada”.

Os dados coletados foram reunidos e lidos e interpretados. Por meio desta análise foi possível de forma objetiva e sistemática desmontar a estrutura e os elementos do conteúdo, com vistas a esclarecer suas diferentes características e significados.

Segundo CRESWELL (2010) “a análise de conteúdo é um método que pode ser aplicado tanto na pesquisa quantitativa, como na investigação qualitativa”.

Portanto, a técnica de análise de conteúdo possibilitou uma maior aproximação com o sentido dos dados coletados por meio de fragmentos que traduzem uma ideia particular, que tanto podem ser um conceito como uma relação entre conceitos.

#### 3.5.2 - Estatística descritiva univariada

Segundo MALHOTRA (2001), “são utilizadas quando há uma única medida de cada elemento na amostra ou quando, havendo várias medidas de cada elemento, cada variável é estudada isoladamente”.

Após a compilação dos dados os mesmos foram validados gerando resultados satisfatórios. Para uma melhor compreensão dos dados obtidos, os resultados da entrevista (Figura 5.5) e da observação direta (Figura 5.6) foram transformados em gráficos mostrados em forma de figuras. Os dados coletados através da análise documental (Figura 5.2) permitiram a produção de um gráfico também mostrado em

forma de figura, onde apresenta os resultados em porcentagem (%) do reaproveitamento atual e proposto da água utilizada.

O objetivo da estatística descritiva é o de representar, de forma concisa, sintética e compreensível, a informação contida num conjunto de dados. Esta tarefa, que adquire grande importância quando o volume de dados for grande, concretiza-se na elaboração de tabelas e de gráficos, e no cálculo de medidas ou indicadores que representam convenientemente a informação contida nos dados (MARCONI e LAKATOS, 2010).

Conforme MATTAR (2001), “os métodos descritivos têm o objetivo de proporcionar informações sumarizadas dos dados contidos no total de elementos da(s) amostra(s) estudada(s)”. As estatísticas descritivas utilizam as medidas de posição, que servem para caracterizar o que é “típico” no grupo e de dispersão, que servem para medir como os elementos estão distribuídos no grupo.

Os dados em análise são os registros de observações de características em indivíduos (ou elementos) sobre os quais recai a análise. Os dados podem ser de natureza qualitativa, se expressam características medidas ou avaliadas numa escala nominal (os dados são classificados por categorias não ordenadas) ou numa escala ordinal (os dados são classificados por categorias ordenadas); ou podem ser de natureza quantitativa, quando são expressos numa escala numérica absoluta (que pode ser de natureza discreta ou contínua), ou então numa escala numérica intervalar (escala cuja origem é arbitrária) (CRESWELL, 2010).

A característica dos dados de uma amostra univariada refere-se a um atributo ou característica dos elementos. Os dados qualitativos (dados expressos em escala nominal ou ordinal) são as formas mais comuns de descrever amostras univariadas e envolvem, como recurso, as tabelas de frequências, diagramas de barras ou diagramas de setores ou circulares. Em qualquer dos casos, o objetivo é o de representar a forma como os dados se distribuem por um conjunto de diferentes categorias (MARCONI e LAKATOS, 2010).

### 3.6 - DAS ETAPAS E PROCEDIMENTOS

#### **3.6.1 - Parte 1: Revisão bibliográfica**

A pesquisa teve como início a revisão prévia da literatura feita antecipadamente para a definição do problema a ser estudado. Após a definição da problemática foi

iniciada a primeira parte da pesquisa, a revisão bibliográfica, organizada em etapas e procedimentos, onde foram definidos os itens a serem estudados e passaram por identificação de seus conceitos e teorias que foram analisados e por fim concluídos conforme mostra a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Parte1 - Revisão bibliográfica.

ETAPAS	PROCEDIMENTOS
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reuso da água no Brasil;</li> <li>2. Reuso da água nas indústrias;</li> <li>3. Benefícios ambientais;</li> <li>4. Benefícios econômicos;</li> <li>5. Benefícios sociais;</li> <li>6. Reuso indireto não planejado da água;</li> <li>7. Reuso indireto planejado da água;</li> <li>8. Reuso direto planejado das águas.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cor;</li> <li>2. Resíduo total;</li> <li>3. Temperatura;</li> <li>4. Turbidez;</li> <li>5. Demanda Química de Oxigênio (DQO);</li> <li>6. Óleos e Graxas;</li> <li>7. Oxigênio Dissolvido (OD);</li> <li>8. Potencial Hidrogeniônico (PH);</li> <li>9. Potássio;</li> <li>10. Série de Nitrogênio (AMÔNIA, NITRATO, NITRITO E NITROGÊNIO ORGÂNICO).</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recuperação da qualidade da água através de um sistema de tratamento;</li> <li>2. Conceito de tratamento da água por meio de decantação;</li> <li>3. Decantação como técnica e método de remoção de impurezas.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Processo de decantação;</li> <li>2. Etapas e características do processo de decantação;</li> <li>3. Sistema de decantação aplicado a processo de tratamento de efluente.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em função do escoamento da água;</li> <li>2. Em função das condições de funcionamento;</li> <li>3. Quanto à operação podem ser agrupados.</li> </ol>



**6. Da gestão da água e a sustentabilidade do seu reuso**

1. A crise da água;
2. Lei das águas;
3. Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH);
4. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH);
5. Sustentabilidade na gestão das águas;
6. Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).



**7. Sustentabilidade nas indústrias da construção civil**

1. Crescimento na demanda do concreto e demais materiais na indústria da construção civil;
2. Associação brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC)
3. Uso da água nas indústrias.



**8. Impacto ambiental da construção civil**

1. A enorme quantidade de resíduos produzida pela indústria da construção civil;
2. O processo produtivo do cimento como gerador de impactos ambientais e sociais.



**9. O consumo de recursos na indústria da construção civil**

1. O setor da construção civil brasileiro como consumidor dos recursos naturais;
2. Os problemas e os desafios enfrentados na gestão dos recursos naturais nas indústrias da construção civil.



**10. Da gestão sustentável**

1. A gestão dos recursos naturais;
2. A adoção da gestão sustentável como processo voluntário;
3. A crise ambiental e o crescimento da população mundial;
4. Problemas crescentes relacionados com os recursos hídricos.

---

### 3.6.2 - Parte 2: Metodologia de pesquisa

A opção metodológica utilizada foi pela pesquisa de natureza descritiva e qualitativa, os instrumentos de pesquisa utilizados para coletar os dados foram: a análise documental, entrevista e observação direta. Logo após foram feitos a compilação dos dados obtidos, os mesmos foram reunidos para passarem por uma validação onde foram

analisados e tabulados para assim verificar se seus resultados foram satisfatórios, se sim, eles passavam por uma última análise para serem concluídos, se não, os instrumentos de pesquisa eram aplicados novamente e de uma forma mais criteriosa eram compilados para assim serem validados gerando um resultado satisfatório para finalmente serem concluídos conforme mostra o Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Parte2 - Metodologia de pesquisa.

ETAPAS	PROCEDIMENTOS
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterização da pesquisa;</li> <li>2. Pesquisas de conceitos e definições sobre a pesquisa descritiva e pesquisa qualitativa;</li> <li>3. Abordagens e características desse tipo de pesquisa;</li> </ol>
<p data-bbox="256 994 735 1055"><b>1. Estudo de caso de natureza descritiva e qualitativa.</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboração dos formulários de pesquisa;</li> <li>2. Visita técnica na empresa;</li> <li>3. Instrumentos utilizados: análise documental, entrevista e observação direta;</li> </ol>
<p data-bbox="411 1435 624 1462"><b>2. Coleta de dados</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. As informações foram reunidas;</li> <li>2. Análise dos dados obtidos.</li> </ol>
<p data-bbox="379 1865 655 1892"><b>3. Compilação de dados</b></p>	



#### 4. Validação dos dados

1. Dados tabulados nos diversos setores da empresa como: gerência, supervisão, laboratório de gestão da qualidade e produção;
2. Dados obtidos validados.



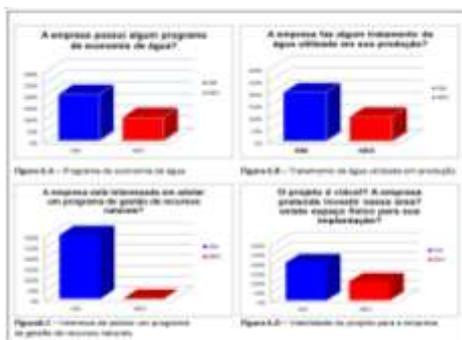
#### 5. Resultados satisfatórios?

1. Sim: Os dados passam por uma última análise para serem concluídos;
2. Não: Os instrumentos de pesquisa eram aplicados novamente e com mais critério eram compilados.



#### 6. Análises

1. Os resultados satisfatórios passaram por uma última análise;
2. Dados verificados e interpretados.



#### 7. Conclusões

1. As informações obtidas são concluídas
2. Os resultados foram satisfatórios.

## CAPÍTULO 4

### MÉTODOS DA PRODUÇÃO DE CONCRETO

#### 4.1 - BREVE HISTÓRICO DO CONCRETO

O concreto tem sua origem da retirada de matérias primas da própria natureza que sofre um processo de modificação mecânica, para suprir as necessidades do homem evoluído, pois, as transformações sociais vividas durante as suas descobertas no campo da engenharia civil exigiram o aperfeiçoamento técnico de suas atividades e da busca de novas matérias primas para fazer jus às exigências arquitetônicas e estruturais dos novos empreendimentos construtivos.

E esse aprimoramento segundo PETRUCCI (1998), “inicia-se com a utilização de um tipo de argila pelos povos Assírios e caldeus, devido às qualidades de assentamento e rejunte desse aglomerante”. Como lembra DORFMAN (2003), o desenvolvimento histórico do cimento como sendo a principal matéria prima do concreto inicia-se a partir da segunda metade do século XVIII em alguns países da Europa com a Revolução Industrial. Esse período foi marcado pela implantação de grandes projetos construtivos (usinas geradoras, indústrias e ferrovias), tornando necessário o aperfeiçoamento dos recursos da construção civil.

E o ponto de partida foram os experimentos científicos para o descobrimento de novas técnicas e novas substâncias. Tendo como objetivo a busca de um aglomerante com propriedade de cura, quando sujeitadas a ação da água. Ainda de acordo com DORFMAN (2003) o cimento como aglomerante do concreto moderno feito artificialmente teve um grande caminho a percorrer, merecendo referência a contribuição feita por James Parker 1796, que através de experimentos desenvolveu o cimento natural de pega rápido, durante a utilização de nódulos que se desprendiam de depósitos de calcário que por sua vez eram elevados a altas temperaturas chegando próximo da vitrificação, e posteriormente moídos de forma mecânica resultando em um pó, conhecido erroneamente de cimento romano, embora, o império romano nunca tenha utilizado esse cimento.

O cimento artificial de pega normal por sua vez teve sua evolução de forma progressiva e gradual merecendo destaque o cimento patenteado por Joseph Aspdin em

1824, com o nome de Cimento Portland em homenagem a localidade de Portland que possui rochas de cor semelhante. Porém, se admite que somente em 1845 Isaac Charles Johnson desenvolveu a composição de um verdadeiro cimento artificial de pega normal, ou seja, um cimento comparável ao cimento moderno utilizado atualmente nos grandes centros urbanos. Em consonância a esse desenvolvimento o concreto estava sendo inserido no mercado construtivo onde se destacou o inglês W. B. Wilkinson, em 1854, com a patente de elementos construtivos feitos de concreto e ferro.

Segundo HELENE e TERZIAN (1992), o Brasil se destacou na América latina, sendo o primeiro a criar laboratórios para a fabricação de cimento, essa fase teve início em 1888, na Fazenda Santo Antônio de propriedade do Comendador Antônio Proost Rodovalho, contudo, os vários experimentos que se seguiram foram sendo frustrados, ora em decorrência da falta de tecnologia construtiva ora pela própria produção nacional distante do mercado consumidor, e ainda sofreu a concorrência do cimento estrangeiro que teve sua entrada no País próximo aos mercados consumidores. Contudo a instalação de um laboratório de pesquisa na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo propiciou a evolução tecnológica do concreto em 1909. Porém somente em 1924, no estado de São Paulo foi implantado a companhia Brasileira de cimento Portland, de forma a ser considerado o marco inicial de produção nacional de concreto.

PETRUCCI (1998) afirma que o cimento durante o seu desenvolvimento foi sendo aprimorado diante das inúmeras necessidades arquitetônicas e estruturais que surgiam nas construções, obrigando o ser humano a disponibilizar maiores investimentos na área de pesquisas em laboratórios e de formação de associações técnicas, permitindo assim novas descobertas.

DORFMAN (2003) ainda ressalta que “paralelamente à diversificação de tipos de cimento e dos processos empregados em sua produção industrial, iam ganhando mais espaço no mercado as técnicas construtivas baseadas no uso do concreto”. Atualmente o cimento como aglomerante do concreto se destaca mundialmente como parte imprescindível para a construção civil, servindo inclusive como indicativo de índices do progresso dos povos.

#### 4.2 - NORMALIZAÇÃO DO CONCRETO

A normatização do concreto no Brasil é instituída pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através das chamadas NBRs e de tratados e acordos

comerciais entre os países membros do MERCOSUL (Mercado Comum do Sul). Essas normatizações são constituídas de estudos teóricos e resultados científicos de pesquisadores da área com a finalidade de padronizar coeficientes mínimos que garantam a qualidade do concreto durante a elaboração da dosagem feita em masseiras, betoneiras ou em usinas de concreto. Essas normatizações surgiram em decorrência da conscientização da importância do concreto, com o objetivo de estabelecer diretrizes no processo de desenvolvimento do concreto e seus componentes. A ABNT dispõe de normas como as de números: NBR 12654 (ABNT, 1992), NBR 5739 (ABNT, 2007), NBR 5738 (ABNT, 2008), NBR 8953 (ABNT, 2009) para tratarem individualmente ou em conjunto todos os aspectos que envolvem a dosagem de concreto, disponibilizando inclusive análises dos componentes químicos do cimento e estabelecendo seu comportamento quando em contato com substâncias agressivas ou substâncias que podem melhorar o seu desempenho funcional. Algumas NBRs têm por objetivo o controle tecnológico das variáveis, detalhando e informando até outras normas para que o modelo de dosagem alcance a qualidade exigida (ABNT, 2016).

#### 4.3 - COMPONENTES DO CONCRETO

##### 4.3.1 - Cimento (aglomerante)

A palavra cimento tem origem do latim *caementu*, tendo sua tradução por pedra proveniente de rochedos. Esse aglomerante tem sua composição química derivada de rochas calcárias, sendo um composto químico seco, que sofre ação mecânica para finamente moído após misturado com água, inicia uma reação lenta denominada de pega, derivando uma nova substância denominada pasta, que em decorrência da reação química vai se tornando sólida.

Como citado, o cimento é um aglomerante essencial para o concreto. Evoluiu em decorrência de modificações e aperfeiçoamentos em sua estrutura química, ocorridas em virtude das necessidades arquitetônicas e estruturais surgidas com a evolução do homem moderno. Em consequência desses avanços tecnológicos nas propriedades químicas do cimento, o homem cada vez mais ousou em suas criações construtivas, tendo em vista as diversas soluções construtivas proporcionadas pelas especificações dos tipos de cimento (BAUER, 2000).

### **4.3.2 - Água**

Na construção civil a água quando misturada ao cimento desempenha importante papel, pois proporciona uma reação química fundamental denominada de hidratação. A quantidade adicionada deverá permitir a consistência necessária para o emprego do concreto. A evaporação da água do traço deve ser feita de forma gradativa para melhor cura do concreto.

Devido à sua importância, deve apresentar-se límpida e pura, sem quaisquer resíduos de material químico ou orgânico em sua estrutura e de preferência potável. Portanto, não é recomendável a utilização de água com resíduos danosos a dosagem de concreto, pois prejudica a qualidade do concreto, Segundo AZEVEDO (1997) “especial cuidado será tomado na medida de água de amassamento, que deverá ser feita com erro nunca superior a 3%”.

Durante a elaboração do concreto, o fator água/cimento tem relação direta com a resistência do concreto, pois embora a, água facilite a trabalhabilidade do concreto, seu excesso diminui significativamente a resistência do mesmo. Isso ocorre devido à formação de poros na pasta do cimento endurecido, tendo em vista a saída de água com a evaporação. Sendo assim, o controle da água está cada vez maior no traço de concreto, seja durante a dosagem inicial, no transporte ou mesmo durante a cura do concreto e com a utilização de aditivos. Sendo assim, às próprias usinas dosadoras de concreto reconhecem essa importância, destacamos: Assim e notório e evidenciado a necessidade da participação efetiva de um profissional no controle da água durante uma concretagem, pois esses cuidados podem significar a minimização de fatores que influenciam negativamente na qualidade do concreto.

### **4.3.3 - Agregados**

Tem sua origem em fragmentos de rochas que podem ser de ação mecânica do homem ou por ação da natureza. Em geral apresentam bom comportamento quando submetidas a esforços de compressão, não sendo, entretanto satisfatório para as solicitações de tração. Segundo BAUER (2000) “os agregados podem ser de origem industrializada ou natural, sendo divididos na tecnologia do concreto em miúdo e graúdo, onde a areia é o agregado miúdo de origem: de rio, de cava, de britagem, de escória, de praias e dunas”. Enquanto o agregado graúdo são os cascalhos e as britas.

Ambos são de suma importância para o fator economia do traço, devido, o seu adicionamento permitir uma economia significativa no adicionamento do cimento e dependendo da sua qualidade, prevista através do controle tecnológico, mantém a resistência à compressão estabelecida para aquela dosagem, e por fim aumenta o volume do traço. Essa economia é significativa para a construção civil. Reforça BAUER (2000) que “o agregado após o controle tecnológico tem suma importância na elaboração do concreto pelo fator economia no traço, ou seja, cerca de 20% do custo do concreto”.

Contudo, para se alcançar a resistência determinada em projeto de um traço, o agregado tem que obedecer aos seguintes fatores que influenciam na sua resistência que são: contextura, peso específico aparente e dureza, forma do corpo de prova rocha onde foi retirado o espécime da pedra mole, teor de umidade e porosidade das pedras moles, superfície de carregamento, forma das seções transversais, altura dos blocos e a ruptura das pedras. O agregado apresenta inúmeras classificações, conforme a obtenção do agregado, conforme a densidade, conforme a natureza e conforme a dimensão (MOLITERNO, 1995), como mostra a Figura 4.1:

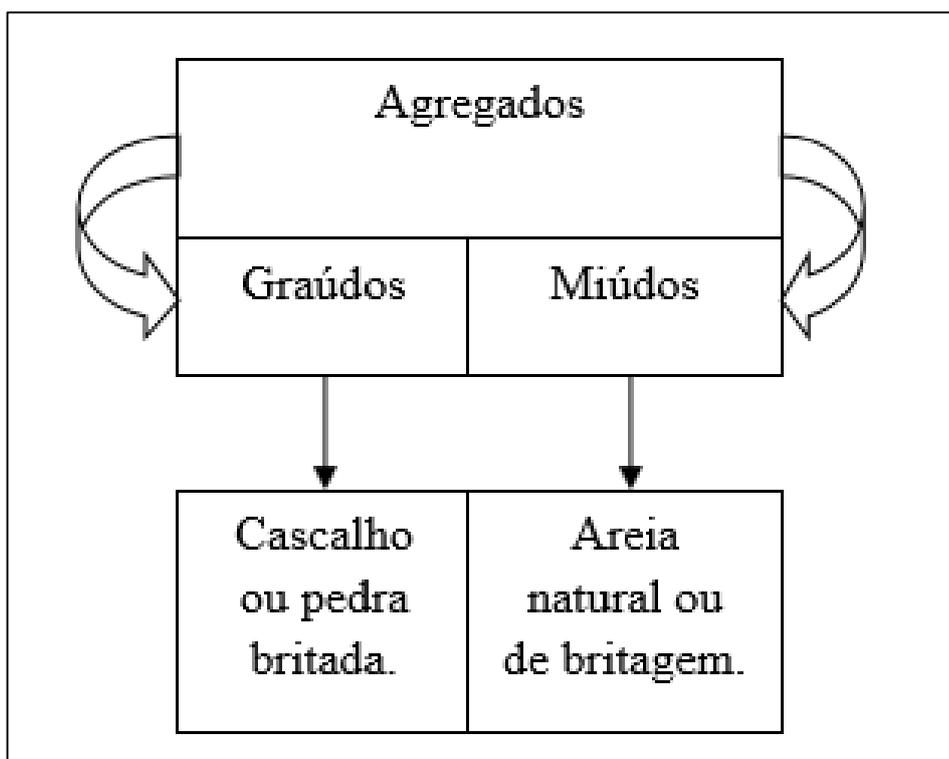


Figura 4.1 - Classificação dos Agregados Conforme a Dimensão.  
Fonte: Bauer (2000).

#### 4.3.4 - Aditivos

Os produtos utilizados como aditivos, são encontrados em várias lojas de material de construção no mercado comercial, todavia na cidade de Santarém. Atualmente o mercado disponibiliza inúmeros produtos com definição de aditivo para utilização no concreto, seja antes ou depois da mistura dos componentes, esses produtos têm como função principal a ampliação de certas qualidades do concreto, devido exigências do tipo construtivo empregado. Todavia, é importante considerar que na construção civil é muito mais fácil evitar defeitos construtivos, que corrigi-los posteriormente, ou ainda ter o risco de introduzir qualidade no concreto que possa causar o surgimento de outras patologias. Assim se faz necessário uma avaliação ainda na fase de projeto da necessidade de se utilizar aditivos no concreto.

Por isso, a engenharia civil no que se refere ao corpo técnico de profissionais deve ter o domínio das classificações e especificações técnicas dos aditivos, pois essa compreensão possibilita entender que a classificação dos aditivos se faz através da observação de seus efeitos no concreto. Neste contexto BAUER (2000), destacou algumas finalidades dos aditivos, com seus respectivos tipos:

- Melhorar a trabalhabilidade do concreto;
- Plastificantes redutores, Incorporadores de ar e Dispersantes;
- Melhorar a resistência do concreto;
- Redutores plastificantes;
- Modificar o tempo de pega e endurecimento;
- Retardadores e aceleradores
- Modificar a impermeabilização do concreto;
- Repelentes a absorção capilar e redutores da permeabilidade

Como foi observado, são finitos os produtos que apresentam qualidades para o concreto e ainda podemos exemplificar outros que apresentam outras finalidades, tais como: melhoria de lançamento do concreto para se evitar a segregação, redução da exsudação, redução do calor de hidratação, entre outros (MOLITERNO, 1995).

#### 4.4 - TIPOS DE CONCRETO

A tecnologia sempre possibilitou inovações na construção civil, não sendo diferente na dosagem do concreto. A utilização de equipamentos para análises dos agregados, determinando a sua composição granulométrica e resistência, e teste laboratoriais que tornaram possível o adicionamento de aditivos nos traços, visando melhorar o desempenho do concreto e outros são tidos como ferramentas construtivas para a diferenciação de tipos de concreto. Em decorrências desses avanços tecnológicos, nos dias atuais o mercado competitivo mundial disponibiliza de variados tipos de concreto, para fazer frente às inovações construtivas. Surgindo assim os concretos, conforme mostra a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tipos de Concreto.

Dosado em Central	Virado na obra	Pré-moldado	Protendido
Armado	Projetado	Convencional	Bombeado
Rolado	Resfriado	Colorido	Auto adensável
Leve	Pesado	Submerso	Celular
Ciclópico	Resistencia Inicial	Fibras	Desempenho (CAD)
Pavimentos Rígidos	Módulo de Elasticidade Definido	Pega programada	Pisos industriais
Argamassa	Micro concreto	Grout	Extrusado

Fonte: DORFMAN (2003).

A escolha do tipo de concreto está vinculada diretamente as variáveis que envolvem o projeto, tais como: tamanho da obra, local de aplicabilidade do concreto, forma de lançamento do concreto, resistência de projeto, temperatura do ambiente, economia, etc. sendo assim, destaca-se o concreto dosado em central e o concreto virado na obra (DORFMAN, 2003).

#### 4.5 - MÉTODOS DA PRODUÇÃO DO CONCRETO

A escolha do método de dosagem do concreto tem que obedecer aos princípios básicos da construção civil, tais como: obra com sua devida funcionalidade, ou seja, apresentar resistência estrutural adequada ao seu projeto; condições ideais de habitação; ser durável; pequeno custo de manutenção e acessibilidade de preço. Assim o concreto

dosado em central, em masseira e betoneira merece especial a atenção na sua produção. O manual de técnicas da construção civil, destaca-se:

#### 4.5.1 - Concreto preparado manualmente

Devemos evitar este tipo de preparo, pois as misturas das diversas massa das não ficam com a mesma homogeneidade. O concreto preparado manualmente é aceitável para pequenas obras e deve ser preparado com bastante critério.

#### 4.5.2 - O concreto preparado em betoneira

Além das recomendações de homogeneidade o manual especifica algumas: OBS: Os materiais devem ser colocados com a betoneira girando e no menor espaço de tempo possível. Após colocados os materiais, deixe misturar no mínimo por 3 min. Se o concreto ficar mole, adicione à areia e a pedra aos poucos, até atingir a consistência adequada. Se ficar seco, coloque mais cimento e água, na proporção de 5 partes de cimento por 3 de água. OBS: - Nunca adicione somente água, pois isso diminui a resistência do concreto. É indicado colocar um operário de confiança para operar a betoneira, pois é ele que controla o lançamento dos materiais. O concreto dosado em central o que devemos saber é programar e receber o concreto (HELENE, 1992).

O método utilizado pela empresa é a dosagem e mistura na betoneira. Os insumos são colocados pelo trator no depósito de mistura onde são pesados e levados pela esteira ao tubo de lançamento conforme mostra a Figura 4.2:



Figura 4.2A -Área de insumos

Figura 4.2B - Balança de pesagem

Figura 4.2 - Método de produção do concreto.



Figura 4.2 - Método de produção do concreto (Continuação).

A Supermix Concreto S/A é uma empresa que atua na área de engenharia de concreto, mais especificamente na mistura, transporte e lançamento de concreto usinado em central, uma empresa feita por pessoas que têm como missão serem facilitadores da construção civil e realizam suas atividades amparadas em padrões que acompanham, monitoram e controlam a qualidade do concreto e da prestação de serviços. O trabalho é feito com inteligência e simplicidade, buscando simultaneamente e continuamente o incremento da qualidade e da produtividade, garantindo segurança, agilidade e confiabilidade para os clientes e para a Supermix.

A Figura 4.3 mostra os testes do controle de qualidade a resistência e compressão do concreto. Os corpos de prova são colocados em um depósito para cura, após dias são feitos os testes para medir a resistência do concreto em um equipamento de compressão. Os dados obtidos no teste são registrados no sistema de controle da qualidade localizado no laboratório de qualidade da empresa.



Figura 4.3 A - Corpo de prova.



Figura 4.3 B - Reservatório para cura de corpo de prova.



Figura 4.3 C - Equipamento medidor de resistência e compressão.



Figura 4.3 D - Mesa de controle da qualidade.

Figura 4.3 - Controle de qualidade a resistência e compressão do concreto.

Outro manual importante de dosagem e controle de concreto é o idealizado por HELENE e TERZIAN (1992) que conduzem ao aprendizado da evolução do concreto no Brasil e as nomenclaturas mais usuais internacionalmente, colocam ainda em foco os fatores que influenciam a variação da resistência do concreto e por fim destaca os métodos de dosagem e os sistemas de controle de qualidade.

Destaque ainda aos cuidados que devem ser tomados com o armazenamento dos componentes, e com o controle de água/cimento, pois esses cuidados são imprescindíveis durante a aplicação do concreto e sua cura. Nessa mesma ênfase de

controle tecnológico e vislumbrado a análise dos cuidados que se deve ter com os testes de qualidade, que deve ser realizado dentro da técnica normativa, tendo vista que a sua aplicação de forma errônea poderá resultar em dados imprecisos.

O que acontece ao se moldar os corpos de prova com o primeiro concreto que sai da betoneira? Em geral é o concreto com mais agregado graúdo e menor teor de argamassa. É possível que vá dar resultado mais baixo, pois, assim como o concreto do final da betoneira, não tem exatamente o traço da dosagem. No mínimo vai aumentar a dispersão dos resultados e prejudicar a avaliação da qualidade do concreto (HELENE, 1992).

Deste modo, a dosagem do concreto tem que ser criteriosa obedecendo ao prévio conhecimento de todas as variáveis que envolvem execução do concreto bem como o seu transporte e lançamento na forma. “Esses cuidados na prática de dosagem deve obedecer ao estudo do projeto, dos materiais disponíveis, dos equipamentos e da mão de obra disponível” (BAUER, 2000).

Por isso, uma dosagem racional de um traço de concreto consiste na aplicação de um conjunto de medidas que leve em conta a qualidade, a quantidade dos materiais e inclusive a água. Mesmo porque o concreto quando armado tem função estrutural merecendo cuidados especiais na construção civil, fato esse que levou vários estudiosos a criarem modelos de dosagem com o objetivo de alcançarem a qualidade proposta de projeto.

O estudo do concreto especifica que, na maioria das vezes, os fatores economia e material disponível são as principais variáveis a serem apreciadas para a escolha da dosagem do concreto. A dosagem racional do concreto consiste na aplicação de um conjunto de regras práticas, tendo em vista a obtenção, em condições econômicas e com materiais disponíveis, de um produto de qualidade satisfatória a certa e determinada aplicação. Todavia para se alcançar resultados satisfatórios o modelo adotado de dosagem de concreto tem que seguir critérios rígidos estabelecidos de controle de qualidade (HELENE, 1992).

## CAPÍTULO 5

### APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

#### 5.1 - PERFIL DA EMPRESA

A Supermix Concreto S/A é uma empresa que atua na área de engenharia de concreto, mais especificamente na mistura, transporte e lançamento de concreto usinado em central. Fundada em 1976, em Belo Horizonte, atualmente com capacidade de entrega de mais de 7 milhões de metros cúbicos por ano a partir das mais de 130 filiais espalhadas pelo Brasil e pelo estado da Flórida.

#### 5.2 - UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CENTRAL DE CONCRETO

A água é um dos insumos mais utilizados no processo de concretagem, pois é necessária para as reações de hidratação do cimento e como agente que fornece a plasticidade aos componentes da mistura do concreto. Estima-se a demanda de água em torno de 160m<sup>3</sup>/dia. A água utilizada no processo é oriunda de um poço artesiano devidamente outorgado pela ADASA sob número 178 de 24 de setembro de 2008.

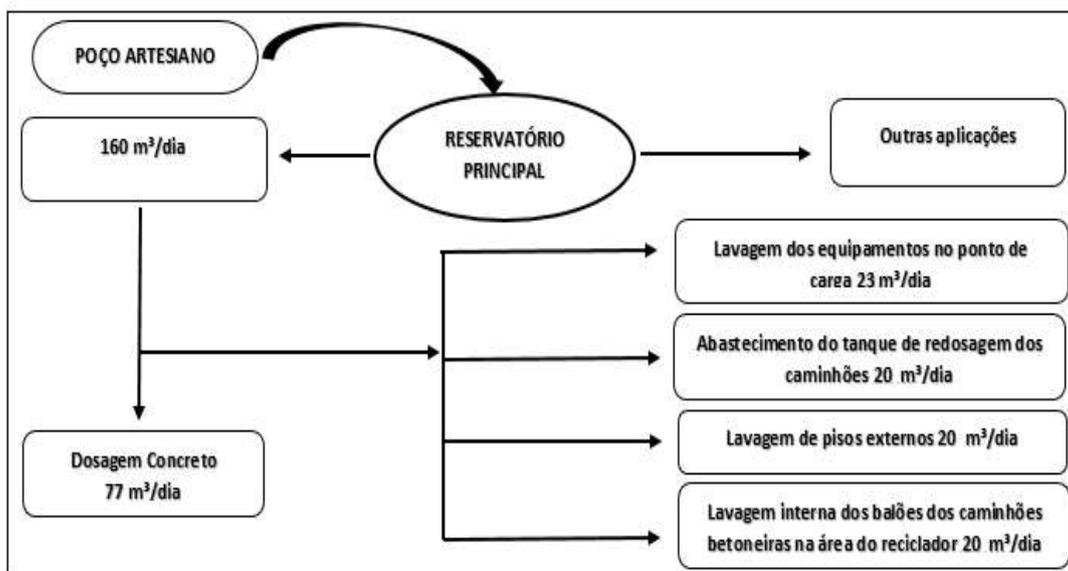


Figura 5.1 - Demonstração da aplicação da água na central.  
Fonte: SILVA (2008).

### 5.3 - REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA NA CENTRAL DE CONCRETO

O sistema de reaproveitamento de água, através do atual processo em funcionamento, proporciona uma economia de 40% a 50% da quantidade de água utilizada na dosagem do concreto. Isso equivale a 1000 m<sup>3</sup> de água por mês, ou seja, a 38m<sup>3</sup> por dia que são economizados, deixando de serem extraídos do poço artesiano para a dosagem do concreto. Os resultados encontrados consistiram no consumo consciente das águas, nos controles mais rigorosos ao meio utilizado no seu tratamento e reuso. A empresa adotando esse processo de gestão de tratamento e reutilização vai poupar entre 70% a 80% desde reuso de água e uma economia na fatura de conta de energia, pois a nova tecnologia que será aplicada nos processos de decantação vai garantir uma água de melhor qualidade e com um baixo consume de energia elétrica trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais, conforme mostra a Figura 5.2 a seguir:



Figura 5.2 - Aproveitamento da água.

### 5.4 - PROCESSO DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA

No âmbito da engenharia civil, o uso da água é de suma importância no amassamento das misturas cimentícias, sobretudo os concretos e argamassas. A mistura dos materiais é feita dentro de um caminhão betoneira que fará o transporte do concreto até o seu local de uso. Para cada traço de concreto, entretanto, os caminhões betoneiras devem ser lavados para evitar contaminação da nova mistura assim como o acúmulo de

incrustações na superfície interna do balão. Esse processo de limpeza dos caminhões exige aproximadamente 700 litros de água por caminhão e torna a água altamente básica, o que pode contaminar o solo ou afetar organismos aquáticos, caso seu descarte seja efetuado sem tratamento prévio.

Antigamente, para a produção de concreto somente era utilizada água potável. No entanto, com a disseminação das ideias do desenvolvimento sustentável, tendo em vista a quantidade do uso de água para amassamento, atualmente é utilizada a água do poço artesiano.



Figura 5.3 A- Lavagem do caminhão



Figura 5.3 B- Bate-Lastro



Figura 5.3 C- Área de carga do caminhão

Figura 5.3 - Processo da utilização da água.

A lavagem dos caminhões betoneiras tem como resíduo a água contaminada, que não pode retornar aos rios. Essa lavagem ocorre no bate lastro que é a estrutura montada para a lavagem de caminhões betoneira com sistema de decantação e filtragem. A água da lavagem dos caminhões é, então reaproveitada para lavagem do pátio, de caminhões, e outros equipamentos. Com esse método de reaproveitamento há considerável redução no consumo de água (Figura 5.3.A).

A utilização do Bate Lastro diminui o efeito nocivo do despejo de resíduos provenientes da lavagem de caminhões betoneira. O método revela-se também dos um trunfo econômico para as concreteiras que o utilizam, seja evitando o desperdício da água, recurso hídrico dotado de valor econômico, ou de maneira indireta, com o reconhecimento de mercado de que a empresa em questão tem medidas vigentes no que diz respeito à consciência ambiental (Figura 5.3.B).

A água do poço artesiano é utilizada inicialmente na dosagem do concreto, onde ocorre a mistura da matéria-prima. A água que cai fora escorre para as canaletas localizadas na área de carga dos caminhões e levam a água até o decantador (Figura 5.3.C).

## 5.5 - PROCESSO DE RECICLAGEM DA ÁGUA

O processo de reciclagem da água é feito através de decantação, onde a água "com flocos" passa pelo decantador, objetivando a eliminação dos flocos, por decantação. Esta etapa consiste na separação sólida – líquido, por meio da sedimentação das partículas sólidas. Os tanques de decantação podem ser circulares ou retangulares. Os efluentes fluem vagarosamente através dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que a do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo.

A empresa possui um decantador de forma retangular de fluxo horizontal, que possui 6 metros de comprimento e 4 metros de largura. As caixas de decantação possuem a profundidade de 3 metros e está localizado no lado direito do pátio ao lado de um igarapé.

Por meio de observação direta notou-se que o processo de reciclagem atual utilizado pela empresa possui deficiências nas suas dimensões e localização, pois o mesmo não suporta a demanda. Nos dias de chuva abundante suas caixas são transbordadas e as águas são despejadas no igarapé localizado ao lado da empresa.

Através da entrevista foi constatado que a empresa teve o interesse em implantar um programa gestão da água e em fazer um investimento na construção de um processo de reciclagem, porém o mesmo não foi planejado e o processo existente está trazendo problemas para a empresa, ao meio ambiente e a sociedade.



Figura 5.4 - Processo de reciclagem da água.

A água utilizada é lançada no bate-lastro iniciando o processo de reciclagem (Figura 5.4.A) depositando a água nas caixas de decantação (Figura 5.4.B).

Após o processo de decantação a água é reciclada (Figura 5.4.C) e armazenada em um depósito, onde será utilizada posteriormente para redosagem de concreto, lavagem dos caminhões e lavagem do pátio (Figura 5.4.D).

## 5.6 - PESQUISA SOBRE O TRATAMENTO E O REUSO DA ÁGUA

Foi realizada uma entrevista com os níveis estratégico, tático e operacional da empresa Supermix Concreto S/A, para apurar o conhecimento dos colaboradores sobre a existência de programas de gestão de economia de água e o interesse nas melhorias dos mesmos, conforme mostra a Figura 5.5.

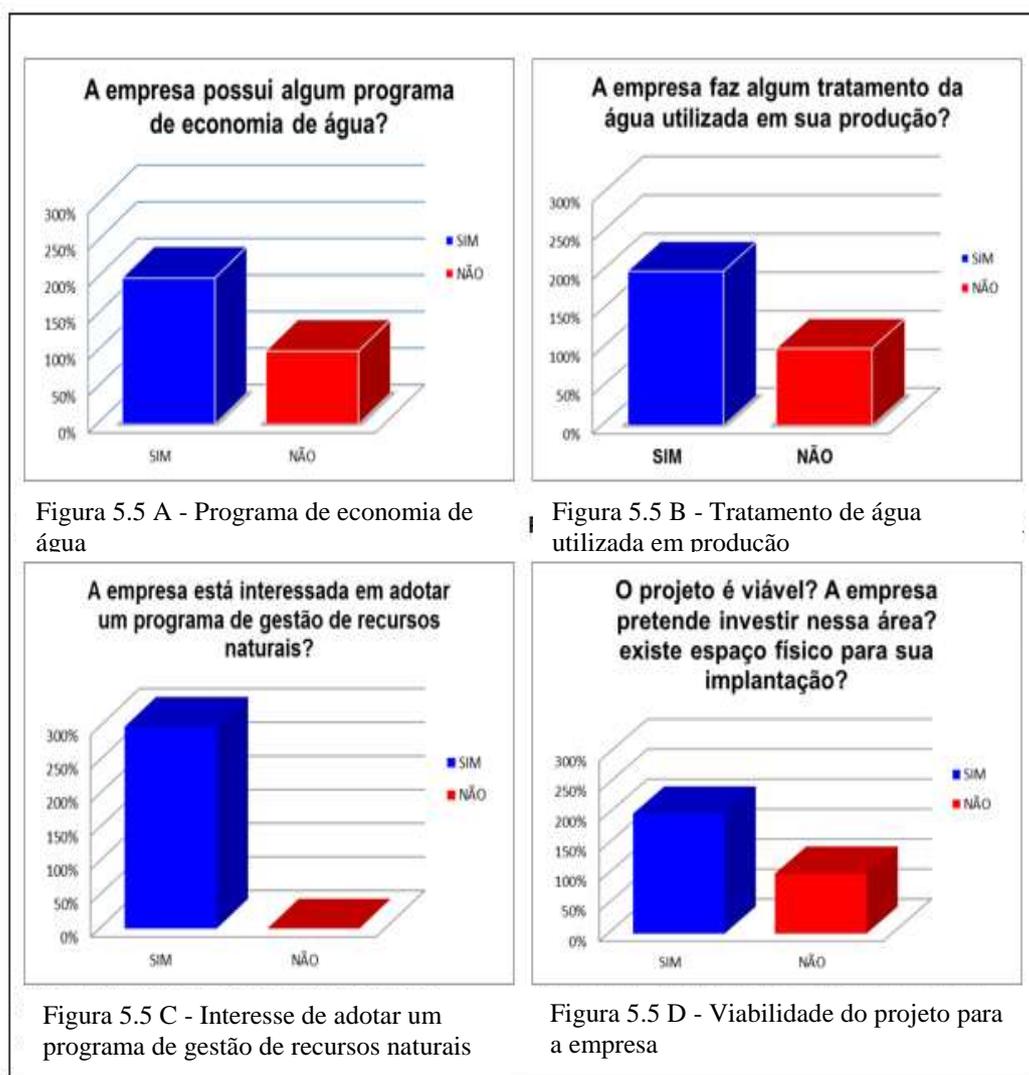


Figura 5.5 – Pesquisa sobre o tratamento e o reuso da água.

A Figura 5.5.A - Mostra que apenas os níveis estratégico e tático têm o conhecimento que a empresa possui um programa de economia de água. O nível operacional não o conhecimento sobre este tipo de programa.

A Figura 5.5.B - Mostra que apenas os níveis estratégico e tático têm o conhecimento de que a empresa faz algum tratamento da água utilizada em sua

produção, que é o decantador. O nível operacional não o conhecimento desse processo de reciclagem da água por meio do sistema de decantação.

A Figura 5.5.C - Mostra que todos os níveis têm o conhecimento de que a empresa se interessa em adotar uma gestão de recursos naturais.

A Figura 5.5.D - Mostra que somente os níveis estratégico e tático acreditam na viabilidade do projeto, o nível operacional acredita que não existe espaço físico na empresa para a implementação do projeto.

Por meio desta entrevista constatou-se que apenas os níveis estratégico e tático da empresa possuem o conhecimento do processo de gestão da água utilizada na empresa. O nível operacional precisa obter o conhecimento desse processo visto que se trata do nível de ação e todos possuem um papel importante. É no nível operacional que a formalização dos objetivos e procedimentos é planejada, ou seja, a implementação das ações previamente desenvolvidas e estabelecidas pelos baixos níveis de gerência (nível tático). Tem como principal finalidade desdobrar os planos táticos de cada departamento em planos operacionais para cada tarefa. É de conhecimento mútuo que o planejamento operacional possui um curto alcance (o menor dos três níveis de planejamento), estando diretamente ligado com a área técnica de execução de um determinado plano de ação. Pode-se dizer, que ele envolve cada tarefa ou atividade de forma isolada, preocupando-se com o alcance de metas bastante específicas. O planejamento operacional ajuda a colocar em prática os planos táticos de cada setor da empresa, criando condições para a realização mais adequada dos trabalhos diários que são executados dentro da organização. Uma de suas principais características é a formalização, principalmente, por meio das metodologias estabelecidas e formalmente designadas em documentos corporativos. É importante lembrar que, cada planejamento operacional deve conter: os recursos necessários para sua implantação, os procedimentos básicos a serem adotados, os resultados esperados, prazos estabelecidos e os responsáveis pela sua execução.

Concluindo a análise, o nível operacional, é onde estão todos os colaboradores que "não tomam decisões estratégicas ou táticas", as metas, os indicadores de desempenho organizacional e as recompensas elaboradas no nível tático são aplicadas na prática no nível operacional. Analisou-se que os três níveis da empresa não se diferenciam de forma concreta, atuando apenas como um processo continuado e integrado, que se inicia através do planejamento estratégico que define os objetivos e metas organizacionais, alcançando os níveis de planejamento tático que traduz e planeja

as ações e atividades dos departamentos e posteriormente os planos operacionais de aplicação imediata na organização.

Portanto, a pesquisa foi aplicada aos três níveis organizacionais com o objetivo de apurar o conhecimento de todos sobre os temas e da importância de descentralizar o conhecimento, visto que, trata-se de um processo de gestão e todos os envolvidos precisam ter o conhecimento para que o projeto funcione e venha gerar resultados satisfatórios.

Na pesquisa em campo, também foi aplicado um questionário de observação direta, no qual foi possível coletar informações sobre todos os meios utilizados na empresa para a utilização da água, como mostra o gráfico da figura 5.6:

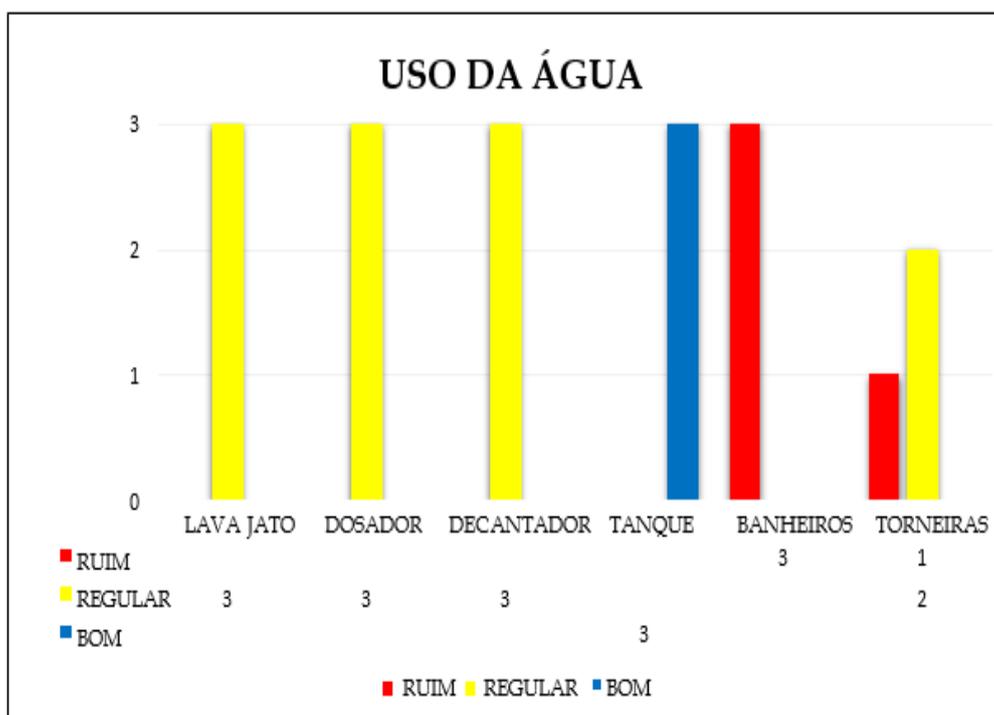


Figura 5.6 - Uso da água.

### 5.6.1 - Lava jato

O lava jato da empresa encontra-se em estado regular, no ambiente foi encontrado um grande número de entulhos, muita sujeira, torneiras pingando e instalações elétricas precárias.



Figura 5.7 – Lava Jato.

### 5.6.2 - Dosador

O dosador da empresa encontra-se em estado regular, o mesmo precisa de manutenção em sua estrutura e em suas mangueiras garantindo assim a segurança dos colaboradores e o bom manuseio no processo de dosagem do concreto.



Figura 5.8 - Dosador.

### 5.6.3 - Decantador

O decantador da empresa também encontra-se em estado regular. O mesmo possui tamanho inadequado, não suportando a demanda produtiva e localizado em um lugar mal planejado, instalado ao lado de um igarapé causando problemas ao meio

ambiente nos dias de chuva é abundante as águas transbordam e escoam para o igarapé sem antes serem tratadas.



Figura 5.9 - Decantador.

#### 5.6.4 - Tanque

O tanque é o único dos meios avaliados na empresa que encontra-se em bom estado. Sugere-se que a empresa continue fazendo a manutenção do mesmo, visto que ele é uma boa medida de economia de água.



Figura 5.10 – Tanque.

#### 5.6.5 - Banheiros

Os banheiros da empresa encontram-se em ruim estado. As descargas, chuveiros e instalações elétricas estão bastante críticos e necessitando de manutenções.



Figura 5.11 – Banheiros.

#### 5.6.6 - Torneiras

As torneiras localizadas em toda a empresa como: nos banheiros, no lava jato e nos pátios da empresa também encontram-se em ruim estado, grande parte pingando e com falta de manutenção.



Figura 5.12 – Torneiras.

### 5.7 - ANÁLISES, RESULTADOS E DISCUSSÕES

As técnicas de análise de dados utilizados nesta pesquisa de natureza descritiva e qualitativa foram: análise de conteúdo e a estatística descritiva univariada.

Na análise de conteúdo os dados coletados foram reunidos, lidos e interpretados. Por meio desta análise foi possível de forma objetiva e sistemática desmontar a estrutura e os elementos do conteúdo, com vistas a esclarecer suas diferentes características e significados, possibilitando uma maior aproximação com o sentido dos dados coletados por meio de fragmentos que traduzem uma ideia particular, que tanto podem ser um conceito como uma relação entre conceitos.

Na estatística descritiva univariada, após a compilação dos dados os mesmos foram validados gerando resultados satisfatórios. O objetivo da estatística descritiva é o de representar, de forma concisa, sintética e compreensível, a informação contida num conjunto de dados. Esta tarefa, que adquire grande importância quando o volume de dados for grande, concretiza-se na elaboração de tabelas e de gráficos, e no cálculo de medidas ou indicadores que representam convenientemente a informação contida nos dados (MARCONI e LAKATOS, 2010).

Os resultados obtidos por meio da entrevista, observação pessoal e análise documental foram bastante satisfatórios e para uma melhor compreensão dos dados obtidos, os resultados da entrevista (Figura 5.5) e da observação direta (Figura 5.6) foram transformados em gráficos mostrados em forma de figuras. Os dados coletados através da análise documental (Figura 5.2) permitiram a produção de um gráfico também mostrado em forma de figura, onde apresenta os resultados em porcentagem (%) do reaproveitamento atual e proposto da água utilizada.

A metodologia utilizada nesta pesquisa serviu para empresa obter o registro e a análise do estudo que se trata de uma investigação do processo de gestão atual da empresa que foram encontrados problemas relacionados com a água um dos mais importantes recursos ambientais. Na visita a empresa foi feita um registro fotográfico do processo de utilização da água no que diz respeito ao seu tratamento e reuso da água utilizadas em sua produção e lavagem dos caminhões (Figura 5.3) e no processo de reciclagem da água, no que diz respeito ao decantador e seu depósito de água reciclada (Figura 5.4).

Foi realizada uma entrevista com os níveis estratégico tático e operacional da empresa Supermix Concreto S/A para apurar o conhecimento dos colaboradores sobre a existência de programas de gestão de economia de água e o interesse nas melhorias dos mesmos. Na pesquisa em campo, também foi aplicado um questionário de observação direta, no que foi possível coletar informações sobre todos os meios utilizados na empresa para a utilização da água.

Portanto, esta pesquisa permitiu a compreensão do funcionamento do processo de gestão para tratamento e reuso da água por meio de decantação em indústrias da construção civil. Notou-se que a água é um dos insumos mais utilizados no processo de concretagem, pois é necessária para as reações de hidratação do cimento, bem como agente que fornece a plasticidade aos componentes da mistura do concreto. A empresa adotando esse processo de gestão de tratamento e reutilização vai poupar entre 70% a 80% desde reuso de água e uma economia na fatura de conta de energia, pois a nova tecnologia que será aplicada nos processos de decantação vai garantir uma água de melhor qualidade e com um baixo consumo de energia elétrica trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **6.1 - CONCLUSÕES**

Levando em consideração aos aspectos mencionados durante o trabalho, este capítulo contém as análises dos objetivos específicos que foram caracterizados para complementar o objetivo geral, que contém as respostas em relação à questão de pesquisa, assim como a exposição das conclusões e a apresentação de recomendações para a realização de futuros trabalhos.

Foi realizado uma visita técnica para levantar os dados dos problemas no processo de utilização da água bem como seu tratamento e reuso por meio de decantação, na pesquisa em campo os instrumentos de pesquisa utilizados foram: a análise documental, entrevista e observação direta.

Por meio da visita, foi possível analisar todos os meios do processo de utilização da água na empresa principalmente em sua produção. Os resultados foram transformados em gráficos mostrados em forma de figuras para uma melhor compreensão dos dados obtidos.

Assim, após a análise dos resultados foi possível fazer as devidas recomendações e propor um controle qualitativo e quantitativo da água, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Dessa forma foi possível chegar ao objetivo geral deste trabalho que é: Analisar o processo de gestão para utilização da água para indústria da construção civil, propondo um controle qualitativo e quantitativo da água, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Portanto, esta pesquisa permitiu a compreensão do funcionamento do processo de gestão para utilização da água para indústria da construção civil. Notou-se que a água é um dos insumos mais utilizados no processo de concretagem, pois é necessária para as reações de hidratação do cimento, bem como agente que fornece a plasticidade aos componentes da mistura do concreto. A empresa adotando esse processo de gestão de tratamento e reutilização vai poupar entre 70% a 80% desde reuso de água e uma economia na fatura de conta de energia, pois a nova tecnologia que será aplicada nos

processos de decantação vai garantir uma água de melhor qualidade e com um baixo consumo de energia elétrica trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

## 6.2 - RECOMENDAÇÕES

A realização de estudos científicos visando analisar o processo de gestão para tratamento e reuso da água por meio de decantação em indústrias da construção civil, propondo um controle qualitativo e quantitativo da água, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais, devem ser cada vez mais incentivados pelas empresas de todos os setores, seja ela da indústria, comércio ou serviço.

Assim, recomendam-se futuras pesquisas sobre os seguintes assuntos:

- Pesquisas sobre projetos de gestão para tratamento e reuso da água por meio de decantação implementados em outras empresas da construção civil;
- Pesquisas sobre outros processos de tratamento e reuso da água utilizados pelas indústrias da construção civil;
- Pesquisas sobre a característica e a qualidade da água tratada por meio de decantação em indústrias da construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. **A problemática do desenvolvimento sustentável**. In: Desenvolvimento Sustentável-necessidade e/ou possibilidade? 4ª. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2012. 21-30.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington. DC. 21th ed., 2005.

AS AL-Harthy, R TAHA, J ABU-Ashour, K AL-Jabri, S AL-ORAIMI. **Water quality effect on the strength of fluent filling mixtures** [J] Cement and Concrete Composites, 27 (2005), pp. 33-39.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM (ABESC) (Brasil). **Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/sustentabilidade.html>>. Acesso em: 06 Mai. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6122: resumos. Rio de Janeiro, 1996. Pg. 20.

\_\_\_\_\_. **NBR-6118**: resumos. Rio de Janeiro, 2003. Pg. 20.

\_\_\_\_\_. **NBR-12654**: resumos. Rio de Janeiro, 2006. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR-7212**: resumos. Rio de Janeiro, 1984. 7 p.

\_\_\_\_\_. **NBR-12655**: resumos. Rio de Janeiro, 2006. 18 p.

\_\_\_\_\_. **NBR-5739**: resumos. Rio de Janeiro, 2007. 9 p.

\_\_\_\_\_. **NBR-5738**: resumos. Rio de Janeiro, 2008. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR-8953**: resumos. Rio de Janeiro, 2009. 4 p.

AZEVEDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BAUER, Falcão L.A. **Materiais de Construção**. 5ª ed.vol.1. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

BERVIAN, P. A., cervo, A. L. **Metodologia Científica**. 5ª Ed. São Paulo: Prentice hall, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**. Resolução 348, de 16 de agosto de 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, Programa Nacional de Educação Ambiental. **Sistema Brasileiro sobre Educação Ambiental e Práticas Sustentáveis**. Brasília: 2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/index.cfm>> Acesso em 7 Mai. 2016.

CARISSIMI, E. **Desenvolvimento do reator gerador de flocos (RGF): Aspectos teóricos e aplicações no tratamento e reuso de águas e efluentes**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2007, Porto Alegre, Brasil.

CASSA, J. C. S. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Salvador: UFBA, 2001. 312 p.

CAVALCANTI, J. E. W. de A. **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**. 2ª ed. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda., 2009.

CINTRA, M. **Decantação, Flotação, Filtração e desinfecção**. Universidade Federal de Ouro Preto. Minas Gerais: 2012. Monografia. Escola de Minas Departamento de Engenharia Civil – Saneamento Urbano.

CRESWELL, J. W. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CURWELL, S.; COOPER, I. **The implications of urban sustainability**. BuildingResearchandInformation. V.26, nº1, 1998. p. 17-28.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2ª ed.. São Carlos: Rima, 2005.

DORFMAN, G. **História do Cimento e do Concreto**: desde os primórdios até a Primeira Guerra Mundial. Brasília: Ed Universidade de Brasília, 2003.

MACEDO FILHO, A.; BRANCO, Z. C. **Água, Tratamento e Qualidade**. American Water Works Association (AWWA). Rio de Janeiro: Editora Ao Livro Técnico S.A., 2013.

GERHORDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GRASSI, M. T. **As Águas do Planeta Terra**. Caderno Temático Química Nova na Escola. 2001. V1: 30-40. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>. Acesso em 01 Jun. 2016.

HELENE, P. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª ed, São Paulo:ed. Pini,1992.

HELENE, P.; TERZIAN, P.. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo, Brasília: Ed Pini, 1992.

HOPPEN, C.; PORTELLA, F. K.; JOUKOSKI, A.; TRINDADE, E. M.; ANDREÓLI, C. V.; **Water treatment plant sludge centrifuged use in portland cement concrete matrix to reduce the environmental impact**. Química Nova, Vol. 29, No.1, 79-84, 2006.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydro physical approach to quantitative morphology**. Geological Society of America Bulletin, 56 (3): 275–370. 2014.

JURADO. C. **Termo de referência para atuação em sustentabilidade**. São Paulo: SEBRAE/SP, 2011.

L DU, KJ Folliard, D Trejo. **The effects of constituent materials and quantities in water demand and compressive strength of the controlled low strength material [J]** Journal of Materials in Civil Engineering, 14 (2002), pp. 485-495.

LAVRADOR, J. **Contribuição para Entendimento do Reuso Planejado da Água e Algumas Considerações sobre Possibilidades de uso no Brasil.** São Paulo, 2012. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LEAL, M. S. **Gestão Ambiental dos Recursos Hídricos: Princípios e Aplicações**– 1998.

LEME, F. P. **Teoria e técnicas de tratamento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 2010.

LIMA, G.C. **O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação.** Ambiente & Sociedade, V. VI, nº 2, jul./dez. 2003.

MACÊDO, J. A. B. de. **Águas & Águas.** São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda, 2014.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing.** 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas 2010.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2001.

MINOWA, C. **Água em Ambientes Urbanos: Reuso da Água.** São Paulo, 2010. Monografia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia Hidráulica.

MOLITERNO, A. **Caderno de Estruturas em Alvenaria e Concreto Simples.** São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda., 1995.

MONTE, H. M. do; ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de Águas Residuais.** ERSAR. Instituto superior de Engenharia de Lisboa, Guia Técnico nº14, 2010.

OLIVEIRA, M. A. de. **Reviravolta linguístico-pragmática na filosofia contemporânea.** São Paulo: Edições Loyola, 2001.

PINTO, T. P. (Coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP,** São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

RAMPAZZO, S.E. **A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico.** In: Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade? 4ª ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2012. 161 - 190.

RESENDE, T. P. **Gestão de Recursos Hídricos.** Rio de Janeiro. RJ. 2003.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: Editora Blucher, 2009.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental.** 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

RODRIGUES, L. A. **A reutilização da água.** Livro. Rio de Janeiro, 2005.

ROSSETTO, C. R. **Adaptação Estratégica Organizacional: Um Estudo Multi-caso na Indústria da Construção Civil - Setor de Edificações.** Florianópolis, 1998 (Tese de Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica.** 5. Ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

SALAMA, F. **Gestão da água.** Vol. 03. Cuiabá: SEBRAE, 2012.

\_\_\_\_\_. **Gestão sustentável.** Vol. 02. Cuiabá: SEBRAE, 2012.

SCHAFFER, A. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre: Editora da Universidade - UFRGS. 2013. 532 p.

SILVA, J. **Reciclagem e Reaproveitamento dos Recursos Hídricos numa Central Doadora de Concreto em Brasília-DF.** In: 7º Prêmio Fumaça Azul, Belo Horizonte, 31 de Outubro de 2008.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** Transactions of the American Geophysical Union, 8 (6): 913–920. 2015.

VARGAS, P.R. **O insustentável discurso da sustentabilidade.** Desenvolvimento sustentável necessidade e/ou possibilidade? 4ª ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2012. 211-241.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso, planejamento e métodos.** 4ª ed. Bookman, Porto Alegre, 2015.

## APÊNDICE A

### ROTEIRO DE ENTREVISTA

**EMPRESA:** \_\_\_\_\_

**DATA DA ENTREVISTA:** \_\_/\_\_/\_\_

**HORÁRIO DO INÍCIO:**\_\_:\_\_:\_\_ **HORÁRIO DO TÉRMINO:**\_\_:\_\_:\_\_

**NOME DO ENTREVISTADO:** \_\_\_\_\_

**CARGO:** \_\_\_\_\_

**DEPARTAMENTO / ÁREA:** \_\_\_\_\_

1) A empresa possui algum programa de economia de água?

Sim (  ) Não(  )

---

2) A empresa faz algum tratamento da água utilizada em sua produção?

Sim (  ) Não(  )

---

3) O que a empresa faz com os seus insumos (lixo) utilizados, ocorre coleta seletiva?

Sim (  ) Não(  )

---

4) A empresa possui algum programa de economia de energia elétrica?

Sim (  ) Não(  )

---

5) A empresa está interessada em adotar um programa de gestão de recursos naturais?

Sim (  ) Não(  )

---

6) O projeto é viável? A empresa pretende investir nessa área? Existe espaço físico para sua implantação?

Sim ( ) Não( )

---

---

---

7) A empresa possui certificados e licenciamento ambiental? Quais são eles?

Sim ( ) Não( )

---

---

---

**NOME DO**

**ENTREVISTADOR:** \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B

### ROTEIRO DE PESQUISA DE OBSERVAÇÃO DIRETA

EMPRESA: \_\_\_\_\_

DATA DA ENTREVISTA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

HORÁRIO DO INÍCIO: \_\_\_:\_\_\_ HORÁRIO DO TÉRMINO: \_\_\_:\_\_\_

PESQUISADOR: \_\_\_\_\_

CHECK LIST DE OBSERVAÇÃO	SIM	NÃO	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
1. LIMPEZA EXTERNA						
1.1 ENTRADA DA EMPRESA						
2. LIMPEZA INTERNA						
2.1 ESTACIONAMENTO						
2.2 ÁREA DE ARMAZENAGEM DE MATÉRIA-PRIMA						
2.3 ÁREA PRODUTIVA						
2.4 LAVA JATO						
2.5 RECEPÇÃO						
2.6 ALMOXARIFADO						
2.7 LABORATÓRIOS						
2.8 ESCRITÓRIOS						
2.9 REFEITÓRIO						
3. COLETA SELETIVA						
4. SITUAÇÃO DAS LIXEIRAS						
5. SITUAÇÃO DAS TORNEIRAS						
6. ÁRBORIZAÇÃO / ÁREA VERDE						
7. LOCAL DE DESPACHO DO LIXO						

OBSERVAÇÕES GERAIS

## APÊNDICE C

### ROTEIRO DE PESQUISA DE DOCUMENTOS EXISTENTES

EMPRESA: \_\_\_\_\_

DATA DA ENTREVISTA: \_\_/\_\_/\_\_

HORÁRIO DO INÍCIO:\_\_:\_\_:\_\_ HORÁRIO DO TÉRMINO:\_\_:\_\_:\_\_

PESQUISADOR: \_\_\_\_\_

DOCUMENTOS PARA PESQUISA	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
1. Contrato Social (se Empresa Pública)			
2. Estatuto (se Empresa Pública)			
3. Listagem de funcionários			
4. Manual da Qualidade			
5. Site			
6. Organograma			
7. Histórico da organização			
8. Crachá			
9. Comprovante de inscrição de situação cadastral			
10. Quadro de funcionários da empresa			
11. Certificado de regularização do FGTS-CRF			
12. Quadro acionário de empresa			
13. Diário oficial			
14. Manual de política organizacional			
15. Certificação de qualidade			
16. Certificação ambiental			
17. Auto de vistoria do Corpo de Bombeiros			

OBSERVAÇÕES GERAIS