



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**  
**GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

**DENISE DAS DORES NASCIMENTO OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTO TRATADO POR ETE BIOLÓGICA NA FABRICAÇÃO  
DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA**

Salvador

2015

**DENISE DAS DORES NASCIMENTO OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTO TRATADO POR ETE BIOLÓGICA NA FABRICAÇÃO  
DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Edna dos Santos Almeida  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Larissa da Silva Paes Cardoso

Salvador  
2015

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

O48u

Oliveira, Denise das Dores Nascimento

Utilização de esgoto tratado por ETE biológica na fabricação de blocos de concreto para alvenaria / Denise das Dores Nascimento Oliveira - 2015.

145 f.: il. color.

Orientador: Dra. Edna dos Santos Almeida  
Coorientador: Dra. Larissa da Silva Paes Cardoso

Possui referência bibliográfica

Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia industrial) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia SENAI - CIMATEC, Salvador, 2015.

1. Efluente tratado. 2. Reúso de água. 3. Bloco de concreto. I. Faculdade de Tecnologia SENAI - CIMATEC. II. Almeida, Edna dos Santos. III. Cardoso, Larissa da Silva Paes. IV. Título.

CDD: 628.3

## Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

### Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada “Utilização de esgoto tratado por ETE biológica na fabricação de blocos de concreto para alvenaria”, apresentada no dia 20 de fevereiro de 2015, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientadora:

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edna dos Santos Almeida**  
SENAI CIMATEC

Coorientadora:

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Larissa da Silva Paes Cardoso**  
FIEB

Membro Interno:

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Josiane Dantas Viana Barbosa**  
SENAI CIMATEC

Membro Externo:

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elaine Pinto Varela Alberte**  
UFBA

Dedico este trabalho àqueles que sempre me incentivaram e,  
que com seu apoio, tornaram possível esta realização.

Aos meus pais José Maria e Ivane (*in memoriam*)...

Ao meu esposo Valteir...

À minha filha Maria Cecília.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a Deus por todos os dons e as graças recebidas em minha vida.

Aos meus pais, José e Ivane (*in memoriam*) pelo exemplo de vida, pelo estímulo aos estudos e pelo amor doado incondicionalmente.

Ao meu esposo Valteir e à minha filha Maria Cecília, obrigada pela compreensão das horas de ausência, pelo apoio, amor e carinho em todos os momentos, sem os quais seria impossível essa realização.

Ao SENAI pela oportunidade, em especial a Me. Tatiana Gesteira Almeida Ferraz, gerente da área de Construção Civil do SENAI CIMATEC, pelo apoio irrestrito à pesquisa e pelo incentivo.

À minha orientadora, professora Dra. Edna dos Santos Almeida, pela disponibilidade, pelas orientações e pelo incentivo na realização da dissertação.

À minha coorientadora, professora Dra. Larissa da Silva Paes Cardoso, pelas informações e contribuições.

À professora Dra. Elaine Pinto Varela Alberte pelas valiosas contribuições e disponibilidade.

À professora Me. Carla Carvalho Simões pelo incentivo e apoio.

À professora Dra. Josiane Dantas Viana Barbosa e ao professor Me. Antônio Sérgio Ramos da Silva pelas sugestões e contribuições.

Aos professores, pela competência com as quais fomos presenteados em nossas aulas.

Aos amigos de classe, em especial Ana Luzia e Tamir por tantas horas divertidas compartilhadas em nossos estudos em grupo e pelo apoio nas horas difíceis.

Aos amigos Me. Francisco Raimundo do Nascimento, Flávio Santos das Neves e Lirielma Silva do Nascimento de Almeida, do Laboratório de Ensaio em Materiais de Construção (LEMC), da área de Construção Civil, do SENAI CIMATEC DR/BA e aos colaboradores do Laboratório de Metrologia Química e Volumétrica do SENAI DR/BA.

Ao gerente industrial da Civil Pré-moldados, Alessandro Carvalho, pela atenção, pelos insumos e pela fabricação dos blocos e aos colaboradores Ivanildo de Jesus Silva e Márcio de Almeida Cedrim.

Aos colaboradores das Estações de Tratamento de Esgoto da EMBASA, em especial ao Sr. Augusto e ao Sr. Eduardo Araújo, da Superintendência de Esgotamento Sanitário, da EMBASA.

Ao Givaldo Silvano dos Reis, pelo apoio na coleta do efluente para a pesquisa.

À Rita de Cássia Machado da Silva pela valiosa colaboração na formatação do trabalho.

A todos os amigos, que colaboraram direta ou indiretamente para que a realização deste trabalho fosse possível.

Águas que movem moinhos  
São as mesmas águas que encharcam o chão  
E sempre voltam humildes  
Pro fundo da terra...

*(Planeta Água – Guilherme Arantes)*

## RESUMO

A utilização de blocos vazados de concreto simples tem sido uma opção na racionalização da alvenaria de vedação e estrutural, por se tratar de um elemento importante para o aumento da produtividade e para a redução de desperdícios, devido à opção de formatos, tamanhos, modulações possíveis, maior estabilidade dimensional e maior resistência em relação ao bloco cerâmico. São elementos fabricados a partir de mistura de cimento, agregados e água, podendo conter aditivos ou não. Estima-se que o consumo médio de água é 9.000l para uma produção de 60m<sup>3</sup> de concreto (aproximadamente 12.000 blocos de 14 x 19 x 39 cm), o que significa uma média de 150l/m<sup>3</sup>. A água é um elemento fundamental para a sobrevivência humana e até bem pouco tempo era considerada um recurso infinito. Atualmente este recurso está se tornando cada vez mais escasso, o que faz com que haja a necessidade de um planejamento do reúso de água, tema de extrema importância para a humanidade. Este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização do esgoto tratado por estação de tratamento de esgoto biológica na fabricação dos blocos vazados de concreto simples como uma opção para o setor da Construção Civil, considerado um grande consumidor de recursos naturais que necessita de soluções alternativas que visem à preservação do meio ambiente. O estudo compreendeu a análise das características da água subterrânea e do efluente tratado para utilização na produção dos blocos e análise comparativa dos resultados obtidos nos blocos fabricados com água e com o efluente tratado. Ao realizar a comparação, observou-se que as características físicas e mecânicas dos blocos fabricados com efluente tratado atendem totalmente aos requisitos estabelecidos pela Norma ABNT NBR 6136, tendo sido obtidos melhores resultados do que os dos blocos fabricados com a água subterrânea, o que pode viabilizar a utilização do efluente tratado para fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria, contribuindo assim para o uso sustentável da água e para a minimização do descarte de efluentes no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Efluente tratado. Reúso de água. Bloco de concreto.

## ABSTRACT

The use of hollow concrete blocks simple has been an option in the rationalization and structural sealing masonry, because it is an important element for increasing productivity and waste reduction, due to the choice of formats, sizes, possible modulations, greater dimensional stability and greater strength compared to ceramic block. They are elements manufactured from a mixture of cement, aggregates and water, which may contain additives or not. It is estimated that the average consumption of water is 9,000l for a production of 60m<sup>3</sup> of concrete (approximately 12,000 blocks of 14 x 19 x 39 cm), which means an average of 150l/m<sup>3</sup>. Water is an essential element for human survival and until recently was regarded as an infinite resource. Currently this feature is becoming increasingly scarce, which means that there is the need for a planning of reuse of water, an issue of extreme importance for humanity. This work aims is to evaluate the use of treated sawage by biological Sewage Treatment Station in the manufacture of hollow concrete blocks simple as an option for the Civil Construction Industry, considered a great consumer of natural resources that requires workarounds aimed at the preservation of the environment. The study included an analysis of the characteristics of underground water and treated effluent for use in the production of blocks and comparative analysis of the results obtained in the blocks manufactured with water and with the treated effluent. When performing the comparison, it was observed that the physical and mechanical characteristics of the blocks manufactured with treated effluent meet completely the requirements established by the Standard ABNT NBR 6136, having been obtained better results than those of the blocks manufactured with groundwater, which may facilitate the use of treated effluent for manufacturing hollow concrete blocks simple for masonry and thus contribute to the sustainable use of water and to minimizing the disposal of effluents into the environment.

**Key words:** Treated effluent. Re-use of water. Concrete block.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dimensões Nominais .....	30
Tabela 2 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos .....	31
Tabela 3 - Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração .....	32
Tabela 4 - Demandas médias para abastecimento urbano .....	36
Tabela 5 - Dosagens de cloro para desinfecção de esgotos .....	46
Tabela 6 - Remoções típicas de microrganismos patogênicos e microrganismos indicadores em sistemas convencionais de tratamento de esgoto .....	47
Tabela 7 - Esgotamento sanitário no município de Salvador, Bahia .....	53
Tabela 8 - Dosagem dos materiais para fabricação dos blocos .....	60
Tabela 9 - Características físico-químicas do esgoto tratado nas ETEs biológicas 1 e 2 e da água subterrânea e requisitos da NBR 15900-1 .....	69
Tabela 10 - Eficiência da ETE 1 - Muriçoca .....	70
Tabela 11 - Eficiência da ETE 2 - Mocambo .....	71
Tabela 12 - Dimensões médias reais dos blocos da amostra A .....	72
Tabela 13 - Dimensões médias reais dos blocos da amostra B .....	72
Tabela 14 - Dimensões médias reais dos blocos da amostra C .....	73
Tabela 15 - Espessuras reais das paredes dos blocos A, B e C .....	75
Tabela 16 - Determinação da absorção - Amostra A .....	77
Tabela 17 - Área líquida - Amostra A .....	77
Tabela 18 - Determinação da absorção - Amostra B .....	78
Tabela 19 - Área líquida - Amostra B .....	78
Tabela 20 - Determinação da absorção - Amostra C .....	78
Tabela 21 - Área líquida - Amostra C .....	79
Tabela 22 - Resistência à compressão .....	81
Tabela 23 – Ensaio de Solubilização .....	84

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Processos de tratamento do esgoto.....	40
Quadro 2 - Características das lagoas de estabilização .....	43
Quadro 3 - Classificação das membranas quanto ao tamanho dos poros .....	44
Quadro 4 - Agrupamento por classes dos possíveis contaminantes presentes nos efluentes.....	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Usina dosadora .....	24
Figura 2 - Vibro prensa hidráulica .....	25
Figura 3 - Acessórios - Prateleira e Pinça .....	26
Figura 4 - Cura e Paletização .....	26
Figura 5 - Cimento: Resistência Média à Compressão .....	27
Figura 6 - Agregados.....	28
Figura 7 - Impurezas contidas na água .....	39
Figura 8 - Grades para remoção dos sólidos grosseiros .....	41
Figura 9 - Aerador mecânico .....	42
Figura 10 - Formas potenciais de reúso de água .....	48
Figura 11 - Fluxograma da experiência.....	52
Figura 12 - Bacias de esgotamento sanitário .....	53
Figura 13 - Vista aérea das lagoas de estabilização da ETE Mocambo .....	54
Figura 14 – Esquema gráfico da ETE 1 .....	55
Figura 15 – Decantadores da ETE 1 .....	55
Figura 16 - Lagoas de estabilização ETE 2.....	56
Figura 17 - Coleta na entrada do esgoto bruto.....	56
Figura 18 - Amostra do efluente tratado na ETE 1 .....	57
Figura 19 - Amostra do efluente tratado nas lagoas de estabilização: ETE 2 .....	57
Figura 20 - Painel de Controle do processo de fabricação dos blocos.....	58
Figura 21 - Silo de estocagem do cimento .....	59
Figura 22 - Amostra dos agregados .....	59
Figura 23 - Esquema gráfico da mistura dos componentes .....	60
Figura 24 - Esteira para transporte do concreto para moldagem dos blocos .....	61
Figura 25 - Moldagem dos blocos .....	61
Figura 26 - Análise dimensional .....	62
Figura 27 - Blocos na estufa.....	63
Figura 28 - Medição da massa após 24 h na estufa: $m_1$ .....	64
Figura 29 - Ensaio de absorção e área líquida.....	65
Figura 30 - Obtenção da massa saturada .....	65
Figura 31 - Bloco na prensa hidráulica .....	67
Figura 32- Bloco após o rompimento na prensa.....	83

Figura 33 - Bloco da Amostra B após o rompimento.....83

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo da largura média dos blocos A, B e C .....	73
Gráfico 2 - Comparativo da altura média dos blocos A, B e C .....	74
Gráfico 3 - Comparativo do comprimento médio dos blocos A, B e C.....	75
Gráfico 4 - Comparativo das espessuras reais das paredes longitudinais .....	76
Gráfico 5 – Comparativo das espessuras reais das paredes transversais.....	76
Gráfico 6 – Comparativo: absorção dos blocos.....	79
Gráfico 7 - Comparativo: área líquida.....	80
Gráfico 8 - Comparativo: resistência à compressão .....	82
Gráfico 9 - Desvio padrão .....	82

## LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
APHA	American Public Health Association
ARI	Alta Resistência Inicial
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgoto
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CP	Cimento Portland
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
l/m <sup>3</sup>	Litro por metro cúbico
mg/l	Miligrama por litro
mm	Milímetro
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira
OD	Oxigênio Dissolvido
PBQP_H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPG GETEC	Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial
SABESP	Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SS	Sólidos em Suspensão
ST	Sólidos Totais
µm	Micrometro

%

Percentagem

tf

Tonelada força

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	19
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	20
1.2	OBJETIVOS .....	20
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	20
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	20
1.3	IMPORTÂNCIA DA PESQUISA.....	21
1.4	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
2.1	BLOCO VAZADO DE CONCRETO.....	22
<b>2.1.1</b>	<b>Fabricação dos blocos vazados de concreto</b> .....	24
<b>2.1.2</b>	<b>Materiais para produção dos blocos</b> .....	27
2.1.2.1	Cimento .....	27
2.1.2.2	Agregados .....	28
2.1.2.3	Água .....	29
2.1.2.4	Aditivos .....	29
<b>2.1.3</b>	<b>Família de blocos</b> .....	29
<b>2.1.4</b>	<b>Características dos blocos</b> .....	31
<b>2.1.5</b>	<b>Materiais alternativos na fabricação dos blocos</b> .....	32
2.2	REÚSO DE ÁGUA.....	34
2.3	TRATAMENTO DE ESGOTO.....	38
<b>2.3.1</b>	<b>Processos de tratamento de esgoto</b> .....	40
<b>2.3.2</b>	<b>Diversas aplicações de efluente tratado</b> .....	48
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	51
3.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	51
3.2	ETAPAS DA PESQUISA .....	51
<b>3.2.1</b>	<b>Caracterização das ETES</b> .....	52
3.2.1.1	Coleta dos efluentes .....	56
<b>3.2.2</b>	<b>Fabricação dos blocos vazados simples de concreto utilizando a água subterrânea e o efluente tratado</b> .....	58
<b>3.2.3</b>	<b>Características físicas e mecânicas dos blocos</b> .....	62

3.2.3.1	Análise dimensional.....	62
3.2.3.2	Ensaio de absorção e área líquida dos blocos .....	63
3.2.3.3	Ensaio de resistência à compressão .....	66
<b>4</b>	<b>ANÁLISES DOS RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
4.1	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS .....	68
4.2	ANÁLISE DIMENSIONAL DOS BLOCOS .....	71
4.3	ENSAIOS DE ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DOS BLOCOS .....	77
4.4	ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO .....	80
4.5	SOLUBILIZAÇÃO .....	83
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
5.1	CONCLUSÕES.....	85
5.2	CONTRIBUIÇÕES.....	86
5.3	IMPACTOS DA PESQUISA.....	86
5.4	ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA .....	87
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO A - Ensaio Físicos em Agregados para Concreto .....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO B - Análise Dimensional de Blocos de Concreto .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO C - Análise Dimensional de Blocos de Concreto: Espessura das Paredes.....</b>	<b>106</b>
	<b>ANEXO D - Absorção e Área Líquida de Blocos de Concreto .....</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXO E - Ensaio de Resistência à Compressão dos Blocos de Concreto .....</b>	<b>124</b>
	<b>ANEXO F - Ensaio de Solubilização .....</b>	<b>142</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação mundial com a preservação do meio ambiente tem sido uma questão de grande relevância para todas as indústrias, entre elas, a construção civil, um setor importante na economia do país e um grande consumidor de recursos naturais, na maioria das vezes de forma inadequada, causando degradação ambiental e aumento da poluição, por meio da geração de resíduos como consequência de sua atividade produtiva. Na busca de soluções para o desenvolvimento sustentável da construção civil, destaca-se a utilização de processos construtivos racionalizados que minimizem os impactos negativos. Neste contexto, cresce a utilização de blocos vazados de concreto simples na racionalização da alvenaria, por se tratar de um elemento importante para o aumento da produtividade e para a redução de desperdícios, devido à opção de formatos, tamanhos, modulações possíveis, maior estabilidade dimensional e maior resistência em relação ao bloco cerâmico, permitindo também melhor acabamento e menor consumo de argamassa de assentamento e de revestimento, entre outras vantagens.

Com a crescente utilização desses blocos, pesquisas vêm sendo desenvolvidas na busca por materiais alternativos para a fabricação, buscando a sustentabilidade ambiental e econômica.

Paralelamente, no cenário mundial atual, a preocupação com a escassez de água potável é cada vez maior. A água é um elemento fundamental para a sobrevivência humana e até bem pouco tempo era considerada um recurso infinito.

Devido à escassez dos recursos hídricos e a poluição dos mananciais, várias indústrias têm buscado um planejamento do reúso de água em suas atividades, entre elas a construção civil.

Para Visvanathan e Asano (2001), os avanços tecnológicos tornaram possível o tratamento de águas residuárias para uma variedade de reutilizações industriais.

Estima-se que o consumo médio de água é 9.000l, para uma produção de 60m<sup>3</sup> de concreto (aproximadamente 12.000 blocos de 14 x 19 x 39cm), o que significa uma média de 150l/m<sup>3</sup>.

A utilização de efluente tratado em ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) biológica para a fabricação de blocos vazados de concreto para alvenaria pode ser uma alternativa para a redução do consumo de água potável em atividades

industriais, o que faz com que haja um aumento da oferta para o consumo humano, além de reduzir os impactos causados por lançamentos de efluentes nos corpos d'água.

## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Devido à crise mundial por água e a necessidade do desenvolvimento de produtos e processos sustentáveis para as indústrias, a utilização de esgoto tratado por ETE biológica na fabricação de blocos vazados de concreto simples pode ser uma alternativa à sustentabilidade para o setor da construção civil, em substituição ao uso de água potável?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a utilização de esgoto tratado por Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) biológica na fabricação dos blocos vazados de concreto simples.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar as características químicas da água subterrânea e do efluente tratado (DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO – Demanda Química de Oxigênio, Cloretos, Sulfatos, Sólidos em suspensão, Sólidos totais dissolvidos, pH, Surfactantes, Dureza total e Coliformes totais);
- Analisar as características físicas e mecânicas (ensaios de resistência à compressão; análise dimensional; absorção e área líquida) dos blocos fabricados com efluente tratado por ETE biológica e com água subterrânea;
- Comparar os resultados físico-químicos obtidos com os blocos vazados simples de concreto fabricado com a utilização de água subterrânea e os fabricados com efluente tratado por ETE biológica e;
- Avaliar possíveis riscos à saúde humana pela manipulação dos blocos por meio de testes de solubilização.

### 1.3 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

A necessidade de maximização do uso de recursos hídricos para consumo humano, devido à escassez cada vez maior de água potável, exige soluções imediatas e eficazes.

A viabilidade da utilização de efluente tratado por ETE biológica na fabricação de blocos vazados de concreto apresenta-se como uma das soluções possíveis de atender a duas vertentes: o reúso de água, como proteção dos mananciais e dos receptores de esgoto; e o fornecimento de um produto alternativo que contribua para a sustentabilidade no setor da construção civil.

### 1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em cinco capítulos, sendo Introdução, Revisão Bibliográfica, Materiais e Métodos, Análise dos Resultados e Considerações Finais.

O primeiro capítulo apresenta a introdução ao tema, a definição do problema, os objetivos, a importância da pesquisa e a organização da dissertação.

No segundo capítulo são abordados os principais aspectos relacionados à fabricação de blocos de concreto, às características dos materiais constituintes dos blocos, às famílias e às características dos blocos. Também é realizada a revisão bibliográfica relativa à água de reúso e ao tratamento de esgoto.

O terceiro capítulo descreve as etapas da pesquisa, a caracterização dos materiais empregados e do processo de fabricação dos blocos e a análise de riscos à saúde humana pela manipulação dos blocos.

No quarto capítulo são apresentados os resultados alcançados nos ensaios realizados.

O quinto capítulo traz as considerações finais, com as contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão descritos conceitos e características dos blocos vazados de concreto, detalhes sobre a produção, materiais utilizados, bem como o histórico de seu surgimento e a importância de sua utilização nos dias atuais. Também serão apresentados conceitos referentes à reutilização de água e sua relação direta com a sustentabilidade na construção civil.

### 2.1 BLOCO VAZADO DE CONCRETO

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - define o bloco vazado de concreto como “componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazados nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta” (ABNT NBR 6136:2014, p.1).

Entende-se por alvenaria um componente construído em obra pela união entre unidades (blocos e tijolos) e o elemento de ligação (argamassa de assentamento), formando um conjunto monolítico e estável (SALGADO, 2009, p.114).

Duarte (1999) relata que a resistência à compressão dos blocos e tijolos é o principal elemento na resistência à compressão da alvenaria, uma vez que representa aproximadamente 80% do volume da mesma. O autor destaca ainda que o índice de eficiência da alvenaria, ou seja, a relação entre a resistência à compressão de uma alvenaria e a resistência à compressão dos tijolos ou blocos utilizados, é mais elevado quando são empregados blocos, pois as alvenarias de tijolos possuem mais juntas de assentamento de argamassa.

De acordo com Koski (1992 *apud* KAOSOL, 2010) o primeiro bloco de concreto vazado foi projetado em 1890 por Harmon S. Palmer, nos Estados Unidos, para substituir pedras ou madeiras na construção de casas.

Fernandes (2012) relata que o bloco vazado de concreto foi patenteado pelos ingleses em 1850 e que vem sendo utilizado, no Brasil, como elemento de vedação há mais de cinquenta anos.

Segundo Prudêncio Jr. *et al* (2002), a difusão pelo mundo do uso do bloco vazado de concreto na alvenaria estrutural iniciou-se por volta de 1951 com a construção, na Suíça, do edifício Basileia, de 13 andares e, na década de 60, a alvenaria estrutural espalhou-se pela América do Norte e Europa.

Prudêncio Jr. *et al* (2002), relatam ainda que na década de 80, o uso do bloco vazado de concreto com função estrutural atingiu um grande destaque, porém a disseminação da alvenaria estrutural no Brasil se consolidou a partir dos anos 90, com a criação do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP\_H) e do selo de qualidade da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

Kaosol (2010) destaca que entre as principais propriedades dos blocos vazados de concreto estão a elevada resistência à compressão; a resistência às intempéries, aos impactos e à abrasão; baixa força de tração e a capacidade de ser moldado em várias formas e tamanhos, além da boa resistência ao fogo.

Entre as vantagens da utilização dos blocos vazados, Kaosol (2010) ressalta o fato de consumirem menos argamassas na execução da alvenaria, a possibilidade de serem cheios com barras de aço e concreto (graute) alcançando uma maior resistência, e a utilização das cavidades para passagem de instalações elétricas e hidráulicas.

Nos dias atuais, o bloco vazado de concreto é amplamente utilizado, seja na alvenaria estrutural, seja como alvenaria de vedação, devido a fatores como melhor organização dos canteiros a partir do recebimento dos blocos em *pallets*; melhor acabamento e menor consumo de argamassa de assentamento e de revestimento.

A utilização do bloco vazado, permitindo a passagem de tubos para instalações hidráulicas e elétricas, evita corte na alvenaria, fator este que contribui para a redução de resíduos e para o aumento da produtividade.

De acordo com Manzione (2004), o emprego da alvenaria com blocos vazados de concreto, além da redução na espessura dos revestimentos internos e externos, traz ainda como vantagem a redução ou eliminação de fôrmas para concreto armado e a otimização da mão de obra. No entanto, ainda segundo o mesmo autor, para obter-se o máximo de benefícios, dentro de um contexto de racionalização dos processos, o emprego deste sistema deve contemplar a totalidade, envolvendo os projetos, a execução e o controle.

A seguir, será descrito o processo de fabricação de blocos vazados de concreto para uso em alvenaria.

### 2.1.1 Fabricação dos blocos vazados de concreto

O bloco vazado de concreto simples para alvenaria é um elemento fabricado a partir da vibração e prensagem dos seguintes materiais: cimento, areia, brita, pó de brita, água e aditivos que facilitam a moldagem. Sua fabricação deve seguir os requisitos estabelecidos pela NBR 6136:2014.

Os blocos devem ter arestas vivas e não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e a durabilidade da construção, não sendo permitido qualquer reparo que oculte defeitos eventualmente existentes no bloco. ( ABNT NBR 6136:2014, p. 4).

O processo de fabricação e cura do bloco visa obter um concreto homogêneo e compacto (NBR 6136:2014).

A qualidade dos produtos depende de uma série de variáveis, como características químicas e físicas dos agregados e do cimento, qualidade da água, o desenho e o processo da mistura, a calibração das máquinas, a ordem em que as matérias-primas são misturadas, a qualidade das bandejas e *pallets*, o tempo de cura e sua relação com o clima e a umidade, a manipulação dos blocos durante a cura e o armazenamento, os aditivos e pigmentos utilizados e a relação água/cimento da mistura. Todos estes fatores influenciam a resistência e aparência dos produtos e os custos de produção... (SEBRAE, 2014, p.20).

Segundo Fernandes (2012), existem diversos tipos de equipamentos para a produção de blocos que vão desde a máquina manual até uma instalação automática composta de vibro prensa hidráulica e sistemas de paletização automáticos. O autor destaca que unidades de grande porte utilizam usinas dosadoras gravimétricas (Figura 1), onde os materiais são medidos em peso e é possível descontar a umidade presente nos agregados.

**Figura 1** - Usina dosadora



Fonte: Autora, 2014

Fernandes (2012) destaca ainda que para a extrusão dos blocos existem vários equipamentos: hidráulicos (Figura 2), onde a prensagem e a vibração sincronizada permitem formar blocos bem compactos, com razoável economia de cimento; pneumáticos, que permitem maior número de ciclos por minuto, porém com menor energia de compactação que as hidráulicas; e as máquinas manuais simples, cuja produção é praticamente manual, com alto consumo de cimento, o que inviabiliza a produção de blocos para a alvenaria estrutural.

**Figura 2** - Vibro prensa hidráulica



Fonte: Autora, 2014

De acordo com Fernandes (2012), existem ainda outros acessórios utilizados na produção dos blocos de concreto, tais como:

- **Carro garfo** – serve para o transporte dos blocos para a área de cura, na falta de pinças e prateleiras;
- **Bandejas** – placas nas quais os blocos são extrusados;
- **Moldes** – que definem as dimensões dos blocos;
- **Escova Rotativa** – para remoção das rebarbas na parte superior dos blocos;
- **Prateleiras** – acomodam os blocos para serem transportados e armazenados nas câmaras de cura (Figura 3);
- **Pinça** – peça utilizada para a retirada das bandejas e colocação nas prateleiras (Figura 3).

**Figura 3 - Acessórios - Prateleira e Pinça**

Fonte: Autora, 2014

Logo após a produção, os blocos passam pelo processo de cura, ou seja, passam por condições de umidade e temperatura que possibilitam o desenvolvimento da resistência. Depois seguem-se a paletização e a cubagem para a comercialização (Figura 4).

**Figura 4 - Cura e Paletização**

Cura na Câmara



Paletização

Fonte: Autora, 2014

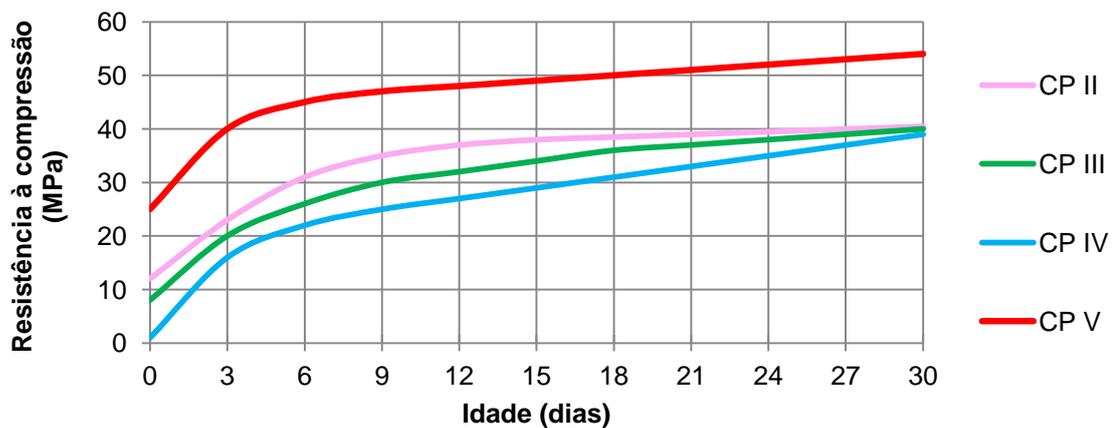
## 2.1.2 Materiais para produção dos blocos

Para a produção dos blocos, o concreto deve ser constituído de cimento *Portland*, agregados e água (ABNT NBR 6136:2014, p.3) podendo conter aditivos ou não. De acordo com a referida Norma, o cimento utilizado na fabricação dos blocos deve atender às especificações das normas brasileiras para a preparação de concretos e argamassas e os requisitos referentes à água de amassamento estão especificados na ABNT NBR 15900-1:2009.

### 2.1.2.1 Cimento

Para Fernandes (2012), os cimentos mais indicados para a fabricação de blocos são o CP V ARI (Alta Resistência Inicial) e os cimentos da classe 40 MPa, por possuírem resistências elevadas nos primeiros dias de idade, facilitando assim o manuseio e diminuindo o índice de quebras. A Figura 5 ilustra a resistência média à compressão dos cimentos.

**Figura 5 - Cimento: Resistência Média à Compressão**



Fonte: Fernandes, 2012

### 2.1.2.2 Agregados

Agregado é o “material granular, geralmente inerte, com dimensões e propriedades adequadas para a preparação de argamassas e concretos”. (ABNT NBR 9935:2011, p.2).

A ABNT NBR 7211:2009 especifica as características dos agregados utilizados na mistura para a preparação do bloco de concreto e define o agregado total:

Agregado resultante da britagem de rochas cujo beneficiamento resulta numa distribuição granulométrica constituída por agregados graúdos e miúdos ou por uma mistura intencional de agregados britados e areia natural ou britada, possibilitando o ajuste da curva granulométrica em função das características do agregado e do concreto a ser preparado com esse material. (ABNT NBR 7211:2009, p.4).

A ABNT NBR 7211:2009 descreve também, nos requisitos gerais, a composição dos agregados: grãos minerais duros, compactos, duráveis e limpos, indicando ainda que os agregados não devem conter substâncias que afetem a hidratação e o endurecimento do cimento.

Conforme Izquierdo (2011), os agregados (Figura 6) possuem propriedades que interferem na aderência com a pasta de cimento, na homogeneidade, na resistência e na compactação do concreto para a fabricação dos blocos.

Yances e Prahl (2010) ressaltam a importância do conhecimento da precedência e das propriedades físico-químicas dos agregados, pois uma reação negativa com o cimento pode diminuir a vida útil do produto. Destacam também que, quanto mais duro o agregado for, melhor será a sua resistência à compressão.

Segundo a ABNT NBR 6136:2014, “a dimensão máxima característica do agregado deve ser inferior à metade da menor espessura da parede do bloco”.

**Figura 6 - Agregados**



**Fonte:** Autora, 2014

### 2.1.2.3 Água

De acordo com a ABNT NBR 15900-1:2009, a água para uso em concreto que não estiver de acordo com as exigências estabelecidas na Norma com relação aos requisitos e procedimentos de ensaio para inspeção preliminar, pode ser usada apenas se for comprovado que é adequada ao uso em concreto, onde o teor de cloreto na água não deve exceder os limites estabelecidos de 500mg/l para concreto protendido ou graute; 1000mg/l para concreto armado e 4500mg/l para concreto simples (sem armadura) e o teor de sulfato não deve exceder a 2000mg/l.

A ABNT NBR 15900-1:2009 traz ainda as seguintes considerações para a água de reúso proveniente de estação de tratamento de esgoto:

Água de reúso é a água tratada por diversos processos, como filtração e flotação, em estações de tratamento de esgotos, a partir do afluente já tratado para uso não potáveis.

Até o momento de publicação desta Norma não havia antecedentes suficientes para garantir viabilidade de uso generalizado deste tipo de água. O uso deste tipo de água está condicionado a aplicações específicas em comum acordo entre o fornecedor de água e o responsável pela preparação do concreto, devendo ser atendidos todos os requisitos desta Norma. (ABNT NBR 15900-1,2009).

Não foram encontrados na literatura registros relativos à qualidade aceitável da água de reúso proveniente de estação de tratamento de esgoto para fabricação de blocos de concreto. Para esta pesquisa foram considerados os parâmetros cloreto e sulfato especificados na ABNT NBR 15900-1.

### 2.1.2.4 Aditivos

Os aditivos podem ser incorporados à mistura, melhorando o desempenho dos blocos, com relação ao manuseio, a densidade e ao acabamento, entre outros benefícios, porém não podem conter substâncias que causem a deterioração do concreto dos blocos (ABNT NBR 6136:2014, p.4).

A seguir serão apresentadas as famílias de blocos e as respectivas dimensões.

## 2.1.3 Família de blocos

A racionalização do sistema construtivo, um dos principais objetivos da utilização de blocos vazados de concreto na elevação de alvenarias, pode ser obtida

com a utilização de blocos de dimensões que se combinam, permitindo as juntas de amarração na alvenaria, sem que haja necessidade de corte nos blocos. Esta combinação de dimensões foi denominada família de blocos, apresentada na Tabela 1, sendo definida pela Norma:

Conjunto de componentes de alvenaria que interagem modularmente entre si e com outros elementos construtivos. Os blocos que compõem a família, segundo suas dimensões, são designados como bloco inteiro (bloco predominante), meio bloco, blocos de amarração L e T (blocos para encontros de paredes), blocos compensadores e blocos tipo canaleta. (ABNT NBR 6136:2014, p. 3).

**Tabela 1-** Dimensões Nominais

Família		20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10x30	7,5x40	
Medida Nominal – mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
Canaleta inteira		390	390	290	390	240	365	390	290	-	
Meia Canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-		

NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta tabela são de  $\pm 2,0$  mm para largura e  $\pm 3$  mm para a altura e para o comprimento.

NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873.

NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.

**Fonte:** ABNT NBR 6136:2014

A ABNT NBR 6136:2014 estabelece que a espessura mínima das paredes dos blocos deve atender a normatização (Tabela 2) e a tolerância permitida é de 1,0 mm para cada valor individual.

**Tabela 2** - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos

Classe	Largura Nominal mm	Paredes longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>a</sup> mm	Espessura equivalente <sup>b</sup> mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135
	115	18	18	135
	90	18	18	135
	65	15	15	113

<sup>a</sup> Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.

<sup>b</sup> Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: ABNT NBR 6136:2014

De acordo com a ABNT NBR 6136:2014, os blocos são classificados em função de sua utilização, sendo que:

- para aplicação abaixo do nível do solo, devem ser utilizados blocos Classe C;
- permite-se o uso de blocos com função estrutural classe C, com largura de 90 mm, para edificações de no máximo um pavimento;
- permite-se o uso de blocos com função estrutural classe C, com largura de 115 mm, para edificações de no máximo dois pavimentos;
- permite-se o uso de blocos com função estrutural classe C, com larguras de 140 mm e 190 mm, para edificações de até cinco pavimentos;
- os blocos com largura de 65 mm Têm seu uso restrito para alvenaria sem função estrutural.

#### 2.1.4 Características dos blocos

Para que um bloco de concreto apresente resultados com qualidade e produtividade na execução da alvenaria é necessário que suas características estejam em conformidade com as normas técnicas como pode ser observado na Tabela 3.

A resistência à compressão é uma das principais características dos blocos de concreto, assim como a absorção de água e a precisão dimensional.

Entende-se por resistência à compressão “a relação entre a carga de ruptura e a área bruta do corpo de prova quando submetido ao ensaio de compressão axial” (ABNT NBR 12118:2011, p.1). A absorção está relacionada à porosidade dos blocos. Quanto mais poroso, maior será a absorção, o que pode causar acréscimo de peso à parede. A absorção deve ser equilibrada para que o conjunto argamassa de assentamento, bloco e revestimento funcione bem, garantindo a durabilidade da parede.

**Tabela 3** - Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial <sup>a</sup> MPa	Absorção %		Retração <sup>d</sup> %
			Agregado normal <sup>b</sup> Individual	Agregado leve <sup>c</sup> Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 8,0$	$\leq 6,0$	$\leq 16,0$ $\leq 13,0$ $\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 8,0$	
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 12,0$	$\leq 10,0$	

<sup>a</sup> Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.  
<sup>b</sup> Blocos fabricados com agregado normal. (ver definição na ABNT NBR 9935).  
<sup>c</sup> Blocos fabricados com agregado leve. (ver definição na ABNT NBR 9935).  
<sup>d</sup> Ensaio facultativo.

Fonte: ABNT NBR 6136:2014

### 2.1.5 Materiais alternativos na fabricação dos blocos

Quando falamos em sustentabilidade na construção civil não podemos deixar de pensar em soluções que envolvam os processos construtivos e os produtos empregados. “É grande a pressão sobre as empresas da cadeia produtiva da Construção para atuarem de acordo com os princípios da sustentabilidade”. (TELLO, 2012, p.25).

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) organizou o Encontro da Indústria para a Sustentabilidade, no âmbito da Conferência Rio +20, onde a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) publicou o documento intitulado “Construção verde: Desenvolvimento com Sustentabilidade” com o objetivo de apresentar propostas que estimulem, entre outros fatores, a inovação tecnológica e a sustentabilidade ambiental.

A construção civil é potencialmente uma das atividades que poderá desempenhar um papel estratégico para o crescimento e a sustentabilidade

econômica do Brasil. A importância dessa indústria se traduz na sua extensa cadeia produtiva e no fato dela estar na base do desenvolvimento e aprimoramento da infraestrutura do país. O DNA desenvolvimentista da construção civil a induz, porém, a enfrentar desafios relacionados às questões ambientais, decorrentes das ocupações de áreas (e consequente alteração das características locais), da geração de resíduos, da extração de recursos naturais (para aplicação direta nas construções) ou da fabricação dos insumos utilizados (CNI, 2012, p.13).

De acordo com Tello (2012), os impactos causados pela construção civil ao meio ambiente iniciam na extração das matérias-primas e continuam até o fim da vida útil da construção, quando então os materiais são reutilizados, reciclados ou descartados.

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de reduzir os impactos ao meio ambiente por meio do emprego de materiais que contribuam para a preservação dos recursos naturais.

Neste contexto, segue-se uma breve apresentação de trabalhos sobre blocos de concreto fabricados a partir de materiais alternativos.

Izquierdo (2011) estudou o uso de fibra natural de sisal na fabricação de blocos de concreto para alvenaria estrutural. A pesquisa consistiu na fabricação dos blocos com a fibra natural do sisal, a caracterização física dos materiais utilizados e a realização de ensaios à compressão de blocos, prismas e mini paredes com ou sem adição de fibras. Chegou-se a conclusão de que o compósito com fibras de 20 mm e 1% de adição foi o que apresentou melhor desempenho. A autora destaca que é necessário ainda um cuidadoso ajuste para a incorporação correta das fibras naturais de sisal na massa fresca do concreto.

Chavez (2007) apresentou em sua tese uma investigação sobre a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso de lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA) e de agregado miúdo reciclado do entulho para fabricar tijolos (solo-cimento) e blocos de concreto (estruturais e de vedação). A pesquisa mostrou que:

Os blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural, com dimensões 14 cm x 19 cm x 39 cm, espessura de parede de 1,80 cm, no tipo vedação, confeccionados sem lodo com agregado matriz cerâmica e concreto; com lodo seco nas proporções de 1% e 3 % com agregado matriz cerâmica e concreto; e com 1% de lodo úmido com agregado matriz cerâmica e concreto, atenderam às normas técnicas. Portanto, os materiais reciclados nas proporções estudadas, poderão ser utilizados para confecção destes blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural (vedação) (CHAVEZ, 2007, p.137).

Fioriti e Akasaki (2002) desenvolveram estudos sobre a produção de bloco de concreto a partir da adição de resíduos de borracha na composição do concreto e obtiveram resultados favoráveis à utilização deste material, que atendeu aos requisitos de resistência e absorção exigidos pelas normas técnicas.

Kaosol (2010) utilizou em sua pesquisa o lodo de tratamento de água como agregado fino na mistura do concreto para blocos vazados de concreto. Os resultados obtidos neste estudo apontam para a possibilidade futura de uso do bloco vazado de concreto sem função estrutural como uma alternativa rentável uma vez que houve uma redução nos custos de produção.

Sales e Santos (2009) avaliaram as propriedades físicas e mecânicas dos blocos de vedação utilizando agregado reciclado, britado no canteiro de obra. O consumo de cimento foi similar ao utilizado na fabricação de blocos convencionais e foram produzidos blocos com dois traços em massa (1:12 e 1:13). As autoras concluíram que é viável a utilização de agregados reciclados na confecção dos blocos de vedação, pois os resultados da resistência à compressão dos blocos produzidos com agregado reciclado foram superiores a quase 50% quando comparados à resistência dos blocos produzidos com agregado natural.

Pérez-Carrión *et al* (2014) desenvolveram um estudo em que o cimento para a fabricação de blocos de concreto foi substituído em até 20%, em peso, por cinzas de lodo de Estação de Tratamento de Esgoto, provando ser um método adequado para redução do impacto ambiental causado pelo despejo do lodo em aterros sanitários. A pesquisa buscou atender as diretrizes de sustentabilidade estabelecidas no Plano Nacional para Águas Residuais, da Espanha.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que abordam o emprego de efluente tratado na fabricação de blocos vazados de concreto.

Após apresentação de alguns trabalhos sobre blocos de concreto fabricados a partir de materiais alternativos, segue-se uma revisão sobre o reúso de água, com o foco voltado para o emprego do efluente tratado em estações biológicas na produção de blocos de concreto.

## 2.2 REÚSO DE ÁGUA

De acordo com Florêncio *et al* (2006), durante muito tempo a humanidade considerava a água como um recurso infinito e por conta disso não havia uma

gestão eficaz deste recurso. Como consequência, o panorama atual aponta para uma deterioração dos mananciais de abastecimento, vários conflitos por água e uma crescente conscientização da necessidade do uso racional, do controle de perdas e desperdícios e do reúso de água, incluindo a utilização de esgotos sanitários.

Florêncio *et al* (2006) destaca ainda que a prática da utilização de esgotos sanitários, embora seja centenária, tornou-se um conceito moderno por estar sendo reconhecida como uma estratégia importante para o desenvolvimento sustentável. O uso do esgoto tratado para atividades cujo fim não seja o consumo humano contribui para a preservação dos mananciais, redução de lançamentos de esgotos nos corpos receptores e revela uma nova dimensão econômica, ambiental e social ao planejamento dos recursos hídricos.

A Resolução n.54/2005, do CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH), estabelece “modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reúso direto não potável de água em todo o território nacional”, buscando um melhor gerenciamento e o uso sustentável da água como forma de regular a oferta e a demanda, maximizando o uso dos recursos hídricos para abastecimento da população e protegendo o meio ambiente ao reduzir o lançamento de efluentes.

Por definição a água de reúso é a “água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas”. Entende-se por água residuária “esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não.” (RESOLUÇÃO N.54, 2005, p.1).

O reúso de água pode ser direto ou indireto. Segundo a Resolução n.54/2005, o reúso direto de água é o “uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos”.

O CNRH, por meio da Resolução n.54/2005 define como modalidades de reúso direto não potável de água:

- I - reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- II - reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- III - reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,  
 V - reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos (CNRH, RESOLUÇÃO 54/2005, p.2).

Hespanhol *et al* (2006) trazem a seguinte definição de reúso indireto de água: “uso de água residuária ou água de qualidade inferior, em sua forma diluída, após lançamento em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos”;

Lavrador Filho (1987) *apud* Florêncio *et al* (2006) descreve duas categorias de reúso indireto:

**Reúso indireto não planejado:** ocorre quando a água já utilizada é descarregada no meio ambiente, portanto sendo diluída, e novamente sendo utilizada a jusante de maneira não intencional.

**Reúso indireto planejado:** ocorre quando os efluentes, depois de convenientemente tratados, são descarregados de forma planejada nos cursos d’água superficiais ou subterrâneos, para serem utilizados a jusante de forma intencional e controlada, no intuito de algum uso benéfico.

Segundo projeções, que podem ser observadas na Tabela 4, “estima-se que, do ano 2005 ao ano 2025, as demandas médias para abastecimento da população urbana brasileira deverão ter um crescimento em torno de 28%.” (ATLAS BRASIL, 2010, p.24), o que mostra a necessidade de ações visando o reúso de água.

**Tabela 4 - Demandas médias para abastecimento urbano**

DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO						
Ano	Demanda por região geográfica (m <sup>3</sup> /s)					Total Brasil (m <sup>3</sup> /s)
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

Fonte: Atlas Brasil, 2010

Entre os impactos da cadeia produtiva da construção civil, Tello (2012) destaca alguns resultados significativos em escala global, como exemplo o fato de que a construção é responsável por 12% do consumo total de água.

No documento “Construção Verde: Desenvolvimento com Sustentabilidade”, a Confederação Nacional da Indústria – CNI (2012) e a Câmara Brasileira da Indústria

da Construção - CBIC (2012) ressaltam a importância do combate aos desperdícios e da promoção do uso racional de água tendo em vista que dados da Agência Nacional de Águas (ANA) revelam que 55% dos municípios brasileiros poderão ter déficit no abastecimento de água até 2015 e que até 2025 será necessário um investimento de R\$ 70 bilhões para proteger os mananciais e para a realização de obras de coleta e tratamento de esgoto.

Hespanhol *et al* (2006) no Manual de Conservação e Reúso de água na Indústria, observam que na maioria das vezes não existe informações sobre o nível mínimo de qualidade de água para uma atividade industrial. Com isso a identificação de oportunidades para o reúso se torna mais difícil. Os autores destacam a importância de estudos de caracterização da qualidade da água e “de tratabilidade do efluente, para que seja estabelecido um sistema de tratamento que produza água com qualidade compatível com o processo industrial considerado” (HESPANHOL *et al*, 2006, p.15).

Hespanhol *et al* (2006) ressaltam também que ao avaliar o potencial de reúso dos efluentes tratados é importante considerar a elevação da concentração de contaminantes que não são eliminados pelas técnicas de tratamento, adotando-se uma variável conservativa, que geralmente é o parâmetro “Sólidos Dissolvidos Totais – SDT”.

Para Visvanathan e Asano (2001), o desenvolvimento industrial descontrolado provocou o esgotamento e a poluição dos recursos hídricos. As regulamentações, cada vez mais rigorosas, têm forçado as indústrias a reduzirem o consumo de água.

De acordo com os autores citados, o reúso é uma alternativa econômica e atraente, além de ser importante para a conservação de um bem essencial para as gerações futuras. Os avanços tecnológicos tornaram possível o tratamento de águas residuárias para uma variedade de reutilizações industriais.

Visvanathan e Asano (2001) observam ainda que o potencial de reutilização de águas residuárias depende das tecnologias de tratamento disponíveis, dos custos de operação e manutenção e que devem ser considerados os riscos à saúde dos trabalhadores e consumidores.

O desenvolvimento tecnológico, nos dias atuais, de acordo com Mierzwa (2002), permite obter efluentes tratados com características que atendam às requeridas para os diversos usos industriais e às normas de controle ambiental.

Mierzwa (2002) ressalta que a prática do reúso de água deve estar associada a outras medidas que busquem a racionalização do uso da água e demais recursos naturais para que estes possam ser preservados.

Conforme Almeida (2011), a prática de reúso é uma alternativa para atender a demanda crescente e para solucionar parte do problema da escassez de água, permitindo a conservação dos recursos hídricos e diminuindo a poluição e o impacto causado pelo lançamento de efluentes. No entanto, o autor destaca que é necessária a criação de normas para regulamentar o uso de águas residuárias e determinar parâmetros de análises para garantir a qualidade da água, evitando, assim, a disseminação de doenças.

A seguir serão apresentados conceitos relativos a tratabilidade de esgotos visando obter água de reúso.

### 2.3 TRATAMENTO DE ESGOTO

Os esgotos são tratados em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). A ABNT NBR 12209:2011 define ETE como o “Conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento”.

Segundo a empresa de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP- (2014) a água de reúso produzida dentro das Estações de Tratamento de Esgoto pode ser utilizada em inúmeras atividades, entre elas geração de energia, refrigeração de equipamentos, processos industriais, limpeza de ruas e praças, sendo que cada litro de água de reúso utilizado equivale a um litro de água conservada nos mananciais.

“O esgoto sanitário nada mais é do que a água que foi utilizada para a realização de diversas atividades, e que segue carregando toda poluição agregada, sejam contaminantes físicos, químicos ou biológicos.” (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM, 2006, p.9).

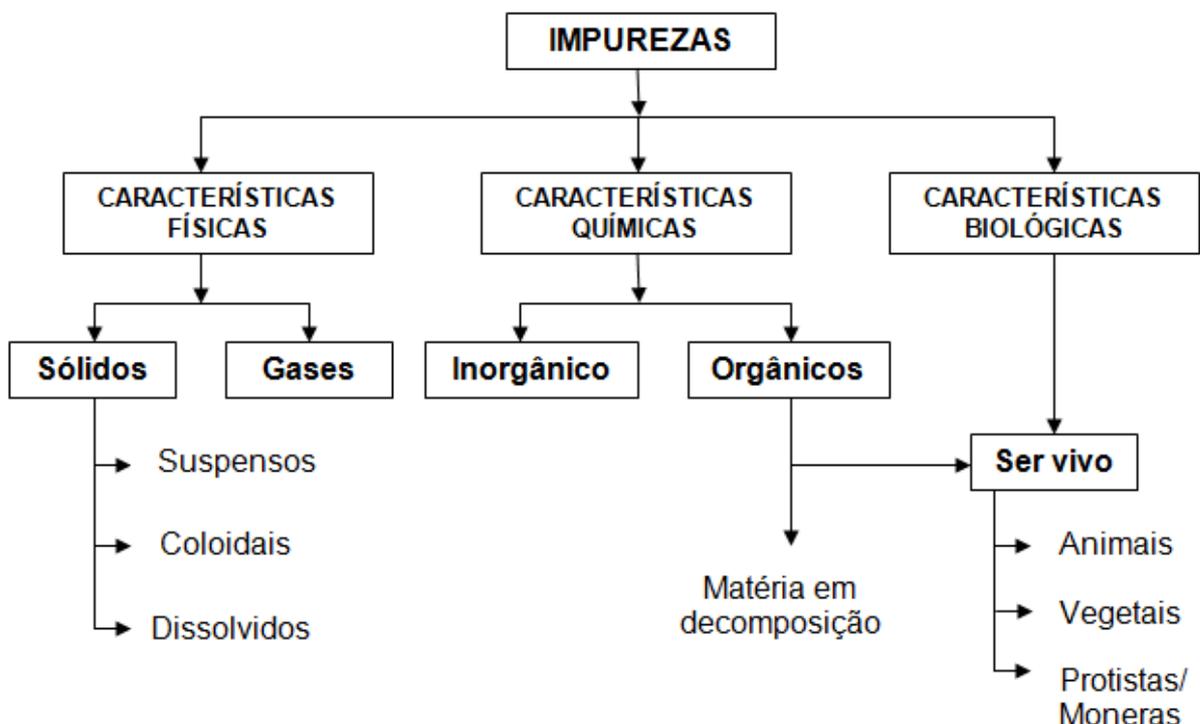
De acordo com a FEAM (2006) o principal parâmetro de poluente nos esgotos sanitários é a Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, que indica o quanto o esgoto está poluído com matéria orgânica.

Também conhecida pela sigla DBO, a Demanda Bioquímica de Oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio necessária para ocorrer a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas. Essa unidade de medida avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em miligramas (mg), equivalente à quantidade que será consumida pelos organismos aeróbicos ao degradarem a matéria orgânica (ALVES, 2014).

Além da demanda bioquímica de oxigênio, proveniente da eficiência de uma ou mais unidades de tratamento, também é comum classificar as instalações de tratamento em função do grau de redução dos sólidos em suspensão (BRAGA *et al*, 2005).

Conforme Braga *et al* (2005), para caracterizar as substâncias que compõem os esgotos sanitários (Figura 7) é preciso uma avaliação de valores físicos, químicos e biológicos que irão permitir o conhecimento do grau de poluição e assim, definir o dimensionamento e a eficiência das estações de tratamento de esgotos. Os autores reforçam que, por possuírem inúmeros organismos vivos (bactérias, vírus, vermes e protozoários), a disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública, além da importância na preservação do meio ambiente.

**Figura 7 - Impurezas contidas na água**



**Fonte:** VON STERLING, 2005 (adaptado de Barnes *et al*, 1981)

“Os esgotos domésticos – a parcela mais significativa dos esgotos sanitários – provêm, principalmente, de residências e de edificações públicas e comerciais que concentram aparelhos sanitários, lavanderias e cozinhas” (BRAGA *et al*, 2005, p.119).

Santos (2003) destaca que os esgotos domésticos são compostos por cerca de 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, em suspensão e dissolvidos, além de microrganismos.

Para remoção dos principais poluentes são necessários alguns processos de tratamento do esgoto que serão descritos a seguir.

### 2.3.1 Processos de tratamento de esgoto

No Quadro 1 podem ser observados os processos de tratamento do esgoto.

**Quadro 1-** Processos de tratamento do esgoto

<b>Tratamento de Esgoto</b>	
<b>Preliminar</b>	Remoção dos sólidos grosseiros; remoção de gorduras; remoção de areia.
<b>Primário</b>	Decantação; secagem do lodo; flotação; digestão do lodo; sistemas compactos (decantação e digestão)
<b>Secundário</b>	Filtração biológica; lagoas de estabilização*; processos de lodos ativados; decantação intermediária ou final.
<b>Avançado</b>	Remoção de nutrientes; remoção de complexos orgânicos.
* podem ser construídas em um tratamento “unitário”.	

**Fonte:** Braga *et al*, 2005 – Adaptada pela autora.

Em geral, o tratamento do esgoto inicia-se com a utilização de dispositivos como as grades (Figura 8), para remover os sólidos grosseiros e os desarenadores, onde a areia é removida por sedimentação.

**Figura 8 -** Grades para remoção dos sólidos grosseiros



**Fonte:** Autora, 2014

Santos (2003) relata que depois do tratamento preliminar, normalmente, os esgotos seguem para o decantador, contendo os sólidos em suspensão, sendo a maioria composta por matéria orgânica, que serão removidos por sedimentação, reduzindo a carga de DBO a ser encaminhada ao tratamento secundário. No decantador primário os sólidos se sedimentam no fundo, formando o lodo primário bruto que é retirado por tubulações ou bombas e encaminhado para tratamento. O tratamento primário é definido como:

O conjunto de operações e processos unitários que visam, principalmente, à remoção de sólidos em suspensão (SS), ainda que parcialmente, normalmente com eficiência de remoção de SS de cerca de 50%, e de DBO de cerca de 25%, podendo esses percentuais se elevarem até 80% e 50%, respectivamente, no caso do tratamento primário quimicamente assistido. (ABNT NBR 12209:2011)

No tratamento secundário, a matéria orgânica é removida por meio de reações bioquímicas realizadas pelos microrganismos que a convertem em gás carbônico, água e material celular, necessitando para tanto de oxigênio, além de pH, temperatura e tempo de contato adequados (SANTOS, 2003, p. 21).

Nos processos aeróbios, conhecidos como lodos ativados, o oxigênio é obtido por aeração mecânica (Figura 9) ou insuflação de ar, nos tanques de aeração.

**Figura 9 - Aerador mecânico**



**Fonte:** Autora, 2014

Santos (2003) destaca que mesmo com o aumento de eficiência de remoção da matéria orgânica, a turbulência nos tanques de aeração faz com que haja biomassa em suspensão, necessitando do decantador secundário para a sedimentação dos sólidos.

O princípio básico do sistema de lodos ativados convencional é o aumento da concentração da biomassa (bactérias) em suspensão no tanque de aeração. Como no decantador secundário há um verdadeiro reservatório de bactérias ativas, estas são recirculadas do fundo do decantador, por bombeamento, para o tanque de aeração, mantendo a relação alimento/microrganismo constante. Quanto mais bactérias houver em suspensão, maior será a avidéz por alimento, isto é, maior será a assimilação da matéria orgânica contida no esgoto bruto. (SANTOS, 2003, p.21)

Para manter o equilíbrio do sistema, deve-se retirar parte da biomassa, o lodo biológico excedente, aumentada pela reprodução das bactérias (SANTOS, 2003).

Alternativamente aos processos de lodos ativados, podem ser usados os processos anaeróbios e lagoas de estabilização para tratamento de esgotos.

Nos processos anaeróbios, a estabilização dos resíduos é feita por microrganismos, na ausência de oxigênio. Segundo Florêncio *et al* (2006), uma das principais opções nos sistemas de tratamento anaeróbios é a inclusão de reatores anaeróbios. Os autores afirmam que, no entanto, a capacidade de remoção da matéria orgânica é limitada e a remoção de nutrientes e patógenos é ineficiente, necessitando de pós-tratamento tanto para o lançamento em corpos receptores quanto para o reúso.

No tratamento secundário também são empregadas as Lagoas de Estabilização que “são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da

matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas” (COPASA, 2012).

As lagoas de estabilização podem ser facultativas, anaeróbias, aeradas e de maturação, cujas características estão descritas no Quadro 2.

**Quadro 2 - Características das lagoas de estabilização**

<b>LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO</b>	
<b>LAGOAS FACULTATIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parte da matéria orgânica em suspensão tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo;</li> <li>• Processo de decomposição por microrganismos anaeróbios;</li> <li>• A matéria orgânica dissolvida, não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida, onde sua decomposição se dá por bactérias facultativas.</li> </ul>
<b>LAGOAS ANAERÓBIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A lagoa possui menores dimensões e maior profundidade;</li> <li>• A fotossíntese praticamente não ocorre;</li> <li>• No balanço entre o consumo e a produção de oxigênio, o consumo é amplamente superior;</li> <li>• As bactérias anaeróbias têm taxa metabólica e de reprodução mais lenta do que as bactérias aeróbias;</li> <li>• Para um período de permanência de 2 a 5 dias na lagoa, a decomposição da matéria orgânica é parcial.</li> </ul>
<b>LAGOAS AERADAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O oxigênio é obtido através de equipamentos denominados aeradores;</li> <li>• Os sólidos tendem a sedimentar e formar uma camada de lodo de fundo, a ser decomposta anaerobiamente.</li> </ul>
<b>LAGOAS DE MATURAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O principal objetivo destas lagoas é a remoção de organismos patogênicos;</li> <li>• São mais rasas e requerem grande área de implantação.</li> </ul>

**Fonte:** COPASA, 2012 (Adaptada pela autora)

O tratamento terciário é “o conjunto de operações e processos unitários que visam, principalmente, à remoção de nutrientes ou microrganismos.” (ABNT NBR 12209, 2011, p.7).

O tratamento terciário ou tratamento avançado é destinado à remoção de contaminantes específicos ou a fim de proporcionar o reúso de efluente como fonte de água. Algumas operações comuns do tratamento terciário são a remoção de fósforo através da coagulação química, a remoção do nitrogênio através de reações de nitrificação-desnitrificação em reatores biológicos, a remoção de resíduos orgânicos ou compostos que conferem cor ao líquido através da adsorção com carbono ativado e a remoção de

solutos dissolvidos através de processos de separação com membranas. (SILVA, 2009, p.6)

Silva (2009) relata que o conjunto de operações que associa a tecnologia de separação por membranas ao processo de lodos ativados, denominado Biorreator com Membranas (MBR), produz efluente de melhor qualidade.

Maestri (2007) *apud* Giacobbo (2010) relata que a classificação das membranas, geralmente é feita de acordo com o tamanho dos poros da membrana e substâncias passantes (tipo de filtração), como pode ser observado no Quadro 3.

**Quadro 3** - Classificação das membranas quanto ao tamanho dos poros

<b>Membrana</b>	<b>Porosidade</b>	<b>Material Retido</b>
Microfiltração	0,1 a 0,2 µm	Protozoários, bactérias, maioria dos vírus e partículas.
Ultrafiltração	1.000 – 100.000 Da	Material removida na MF mais coloides e totalidade dos vírus.
Nanofiltração	200 – 1.000 Da	Íons divalentes e trivalentes, moléculas orgânicas com tamanho maior que a porosidade média da membrana.
Osmose Reversa	< 200 Da	Íons e praticamente toda a matéria orgânica.

**Fonte:** Adaptado de Schneider e Tsutiya (2001) *apud* Giacobbo (2010)

Conforme Mierzwa e Hespanhol (2005) o que vai determinar a escolha da tecnologia adequada para o tratamento de um efluente é a análise dos tipos e das características dos contaminantes a serem eliminados. Também deve ser considerada a necessidade de cada utilização.

Ainda segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), os contaminantes, de um modo geral, podem ser divididos em seis classes, como pode ser visto no Quadro 4, sendo que para cada classe há técnicas de tratamento mais apropriadas.

**Quadro 4** - Agrupamento por classes dos possíveis contaminantes presentes nos efluentes

CLASSE	CONTAMINANTES	EXEMPLOS
1	Sais inorgânicos dissolvidos	Íons metálicos e não metálicos (Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Cr <sup>6+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , CN <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , etc.)
2	Gases dissolvidos	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S
3	Compostos orgânicos dissolvidos	Solventes, pesticidas, herbicidas, tensoativos e açúcares, entre outros.
4	Partículas em suspensão	Areia, sílica coloidal, sais insolúveis, sólidos suspensos diversos.
5	Microrganismos	Bactérias, vírus, protozoários, fungos, leveduras
6	Óleos e graxas	

Fonte: Parekh (1988 *apud* MIERZWA E HESPANHOL 2005)

Conforme Santos (2003), durante o tratamento de esgotos, alguns componentes, como os microrganismos patogênicos, concentram-se em proporções variáveis no lodo e, por meio de diversos processos de higienização e desinfecção, é possível reduzir os níveis desses microrganismos. O autor relata que são cinco os grupos de microrganismos que podem estar presentes no lodo: helmintos, protozoários, fungos, vírus e bactérias.

A quantidade de patógenos no lodo é função das características do esgoto bruto e do sistema de tratamento utilizado, que concentra no lodo a maior carga de microrganismo inicialmente presente no esgoto afluente, uma vez que na fase de separação os microrganismos aderem às partículas sólidas. (SANTOS, 2003, p.30).

Para Chernicharo *et al* (2001) quando houver a possibilidade de contato humano com contaminantes, direta ou indiretamente, deve-se realizar a desinfecção dos esgotos para reduzir os riscos de transmissão de doenças infecciosas. “A desinfecção refere-se à destruição seletiva de organismos causadores de doenças, sem que seja necessária a eliminação de todos os organismos.” (CHERNICHARO *et al*, 2001, p.11).

Chernicharo *et al* (2001) citam os seguintes processos para desinfecção: a cloração, a radiação ultravioleta (UV) e a ozonização.

#### Cloração

Na desinfecção, o cloro é utilizado nas suas formas gasosa e de hipoclorito (de sódio e de cálcio, e o dióxido de cloro e o principal objetivo da cloração é prevenir a disseminação das doenças de veiculação hídrica. (CHERNICHARO *et al*, 2001).

O cloro é fornecido como um gás liquefeito, sob pressão, em cilindros de diferentes capacidades. A seleção do tamanho dos cilindros de cloro pressurizado depende principalmente da taxa de utilização de cloro na

estação de tratamento, do custo do produto, dos requisitos da estação e da necessidade de estocagem. (...) A aplicação da solução de dióxido de cloro no tanque de contato é feita da mesma maneira que a utilizada para os sistemas típicos de cloração (...). A forma mais satisfatória de aplicar a solução de hipoclorito de cálcio ou de sódio é através do uso de bombas dosadoras de baixa capacidade. Geralmente, estas bombas possibilitam o ajuste das vazões, podendo-se cobrir grandes faixas de dosagens, com vazões constantes ou variáveis. (CHERNICHARO *et al*, 2001 p.23-25).

A Tabela 5 apresenta dosagens típicas de cloro para desinfecção de esgotos.

**Tabela 5** - Dosagens de cloro para desinfecção de esgotos

<b>Aplicação</b>	<b>Faixa de dosagem (mg/l)</b>
Esgoto bruto (pré-cloração)	6 a 25
Efluente primário	5 a 20
Efluente de tratamento físico-químico	2 a 6
Efluente de filtros biológicos percoladores	3 a 15
Efluente de lodos ativados	2 a 8
Efluente filtrado (após tratamento em lodos ativados)	1 a 5

**Fonte:** Metcalf & Eddy (1991); Wef (1992), *apud* Chernicharo *et al* (2001)

### Radiação ultravioleta

De acordo com Chernicharo *et al* (2001) as pesquisas do uso radiação ultravioleta para desinfecção tiveram início, no Brasil, em 1977, embora os ingleses já haviam provado, em 1877, que ao expor microrganismos à radiação ultravioleta era possível inativá-los.

A ação germicida da radiação UV está associada às alterações estruturais que esta provoca no DNA das células, consequência de reações fotoquímicas desencadeadas pela absorção da radiação pelas moléculas que constituem o DNA. Ao ocorrer o processo natural de divisão celular com a duplicação do DNA, a estrutura formada pela absorção de radiação ultravioleta não é reconhecida, o que interrompe o processo de duplicação. Assim, a célula pode manter temporariamente as atividades metabólicas, mas não consegue se reproduzir. Por isso diz-se que ocorre a inativação e não a morte do microrganismo. (CHERNICHARO *et al*, 2001 p.23-25).

### Ozonização

Na desinfecção de esgotos com ozônio permite-se a inativação parcial dos microrganismos patogênicos, de acordo com o uso pretendido. (CHERNICHARO *et al*, 2001).

O ozônio é, ao mesmo tempo, um agente desinfectante ativo, particularmente sobre os vírus, e um oxidante da matéria orgânica. Sua aplicação em tratamento de esgotos é, particularmente, melhor empregada

nas estações de depuração biológica utilizando o oxigênio puro, pelo fato de reutilizar, no reator biológico, o gás ozônio excedente da câmara de ozonização (DEGRÉMONT, 1989). Todavia, não há impedimentos de se utilizar o ozônio para desinfecção de efluentes de outros processos de tratamento. (CHERNICHARO *et al*, 2001 p.23-25).

Segundo Chernicharo *et al* (2001), os métodos de desinfecção por cloração, radiação ultravioleta e ozonização têm sido escolhidos como os mais favoráveis embora haja ainda outras opções como utilização de agentes químicos (permanganato de potássio, iodo e bromo, metais pesados e detergentes), agentes físicos (temperatura, radiações eletromagnéticas, filtração e dessecação).

Na Tabela 6, podem ser observados os níveis de remoção de microrganismos patogênicos esperados a partir dos tratamentos de esgoto.

**Tabela 6** - Remoções típicas de microrganismos patogênicos e microrganismos indicadores em sistemas convencionais de tratamento de esgoto

<b>Microrganismos</b>	<b>Tratamento primário (%)</b>	<b>Tratamento secundário (%)</b>
Coliformes totais	<10	90 a 99
Coliformes fecais	35	90 a 99
<i>Shigella sp.</i>	15	91 a 99
<i>Salmonella sp.</i>	15	96 a 99
<i>Escherichia sp.</i>	15	90 a 99
Vírus	<10	76 a 99
<i>Entamoeba histolytica</i>	10 a 50	10
Ovos de helmintos	50 a 90	70 a 99

**Fonte:** Adaptado de USEPA (1986 *apud* CHERNICHARO *et al* 2001)

“A remoção de nutrientes por processos biológicos e a remoção de patogênicos pode ser considerada como integrante do tratamento secundário, dependendo da concepção de tratamento local.” (SANTOS, 2003, p.19)

Para Braga *et al* (2005), a viabilidade do reúso está diretamente associada a um planejamento adequado para a diminuição dos riscos à saúde e para alcançar o desempenho esperado onde está sendo aplicado.

A seguir serão apresentadas algumas aplicações da água de reúso obtida com tratamento de efluentes.

### 2.3.2 Diversas aplicações de efluente tratado

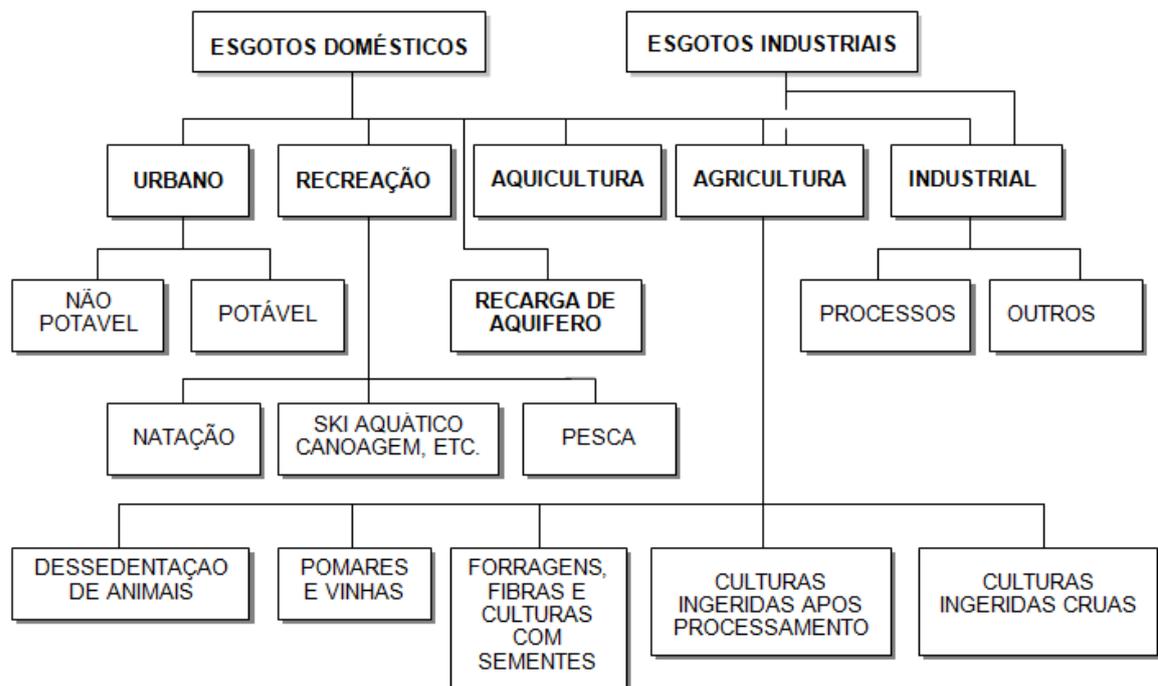
De acordo com Hespanhol (2002) a possibilidade de reúso de efluentes depende de diversos fatores como “decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais”.

Hespanhol (2002) relata ainda que a República da Namíbia realiza tratamento de esgotos domésticos para fins potáveis, sendo que os esgotos industriais são coletados em rede separada e tratados independentemente, desde outubro de 1968 e estudos epidemiológicos demonstraram que doenças diarreicas e Hepatite A presentes no país não estão associadas ao uso da água reciclada.

Segundo o autor citado, países da Europa e países industrializados da Ásia, localizados em regiões onde há escassez de água, entre eles o Japão, praticam o reúso não potável. No Japão há locais em que a rede de distribuição é dupla, “uma das quais com esgotos domésticos tratados em nível terciário (lodos ativados, desinfecção com cloro em primeiro estágio, filtração, ozonização, desinfecção com cloro em segundo estágio), para uso em descarga de toaletes em edifícios residenciais.” (HESPANHOL, 2002, p.78).

As formas potenciais de reúso podem ser visualizadas na Figura 10 a seguir.

Figura 10 - Formas potenciais de reúso de água



Fonte: Hespanhol (1997 *apud* HESPANHOL, 2002)

Costa *et al* (2014) estudaram os efeitos da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho e concluiu que “a fertirrigação com esgoto doméstico proporcionou maiores valores de altura de planta, diâmetro do caule, e número de folhas”, podendo ser considerada como uma alternativa viável de irrigação do milho.

Os autores citados acima recomendam “o acompanhamento das possíveis alterações nos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo em questão ao longo de sucessivos cultivos.” (COSTA *et al*, 2014, p.747).

Barbagallo *et al* (2013) desenvolveram uma pesquisa sobre a reutilização de águas residuais na irrigação de culturas energéticas para a produção de biomassa.

Os resultados destacaram o potencial do uso de efluentes tratados para a irrigação, particularmente em regiões semiáridas.

Em sua dissertação, Göhringer (2006) cita exemplos de utilização dos efluentes tratados em alguns países, tais como irrigação para a agricultura, no Canadá. No Japão, o efluente tratado é usado em descargas sanitárias, no derretimento de neve, no paisagismo, nas indústrias, ente outros usos.

Diversos estados americanos como Califórnia, Arizona, Texas, Flórida e Nevada possuem grandes indústrias que utilizam águas reutilizadas para resfriamento, processos e caldeiras. Refinarias, indústrias químicas e metalúrgicas são alguns exemplos que se beneficiam das águas de reúso não somente para resfriamento, mas para os processos de fabricação em geral entre outros usos.(GÖHRINGER, 2006, p.64).

Ainda segundo a autora, a Companhia Estadual de Águas e Esgoto – CEDAE – utiliza a água obtida a partir de esgoto doméstico nos caminhões de desentupimento, na Estação de Tratamento de Esgoto do bairro da Penha, no estado do Rio de Janeiro, na lavagem de centrífugas e diluição de polímeros, poupando diariamente vinte e sete mil litros de água potável.

Duarte *et al* (2008) pesquisaram “os efeitos da disposição do efluente doméstico tratado em algumas características químicas do solo”, para o cultivo de plantas de pimentão, irrigada por gotejamento. Os autores concluíram que a água residuária mostrou qualidades adequadas para a irrigação do pimentão e não “provocou alterações significativas no pH, nem nos teores de fósforo e potássio do solo”.

Gomes (2012) avaliou em sua pesquisa a eficiência do sistema de tratamento biológico com membranas e os ganhos ambientais decorrentes da reutilização de água em torres de resfriamento.

A autora citada acima concluiu que a elevada eficiência do sistema de tratamento biológico com membranas possibilitou o aproveitamento dos efluentes nas torres de resfriamento e a eliminação do lançamento dos efluentes nos corpos d'água, contribuindo, assim, com o meio ambiente.

Dependendo da atividade onde se pretende o reúso e também da qualidade dos efluentes, o sistema de tratamento a ser implantado poderá ser mínimo, no caso de uso em torres de resfriamento, caldeiras, preparação e cura de concreto, lavagem de algumas peças, de pisos ou irrigação de áreas verdes de unidades fabris. (GOMES, 2012, p.60).

O efluente tratado vem sendo utilizado como água de reúso em diversas atividades. Hespanhol (2002) afirma que:

O uso de efluentes tratados na agricultura, nas áreas urbanas, particularmente, para fins não potáveis, no atendimento da demanda industrial e na recarga artificial de aquíferos, se constitui em instrumento poderoso para restaurar o equilíbrio entre oferta e demanda de água em diversas regiões brasileiras. (HESPANHOL, 2012, p.75).

No próximo capítulo serão descritos os métodos e as técnicas de pesquisa utilizados neste estudo.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão abordados os materiais e métodos da pesquisa e as etapas seguidas para a realização da mesma.

#### 3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma pesquisa experimental, de abordagem quantitativa a partir da análise de dados obtidos com a avaliação das características de efluentes tratados e dos blocos de concreto, com a finalidade de comparar as características dos blocos fabricados com água subterrânea e com efluente tratado biologicamente.

#### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa teve início com a coleta do efluente tratado de duas Estações de Tratamento de Efluente (ETEs) biológicas da concessionária local e coleta de água subterrânea, atualmente empregada pela empresa fabricante de bloco. Em seguida, foram analisadas as características químicas da água subterrânea e do efluente tratado (DBO, DQO, Cloretos, Sulfatos, Sólidos em suspensão, Sólidos totais dissolvidos, pH, Surfactantes, Dureza total e Coliformes totais) em conformidade com a APHA – *American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>nd</sup>: Washington, 2012.*

Simultaneamente à análise das características químicas dos efluentes, foi realizada a fabricação de blocos vazados simples de concreto utilizando água subterrânea e efluente tratado. Após a cura, e nas idades (7, 14 e 28 dias) estabelecidas pela ABNT NBR 12118 (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: métodos de ensaio) foram executados os ensaios de resistência à compressão, análise dimensional, absorção e área líquida para avaliar as características físicas e mecânicas dos blocos fabricados com água subterrânea e com efluente tratado.

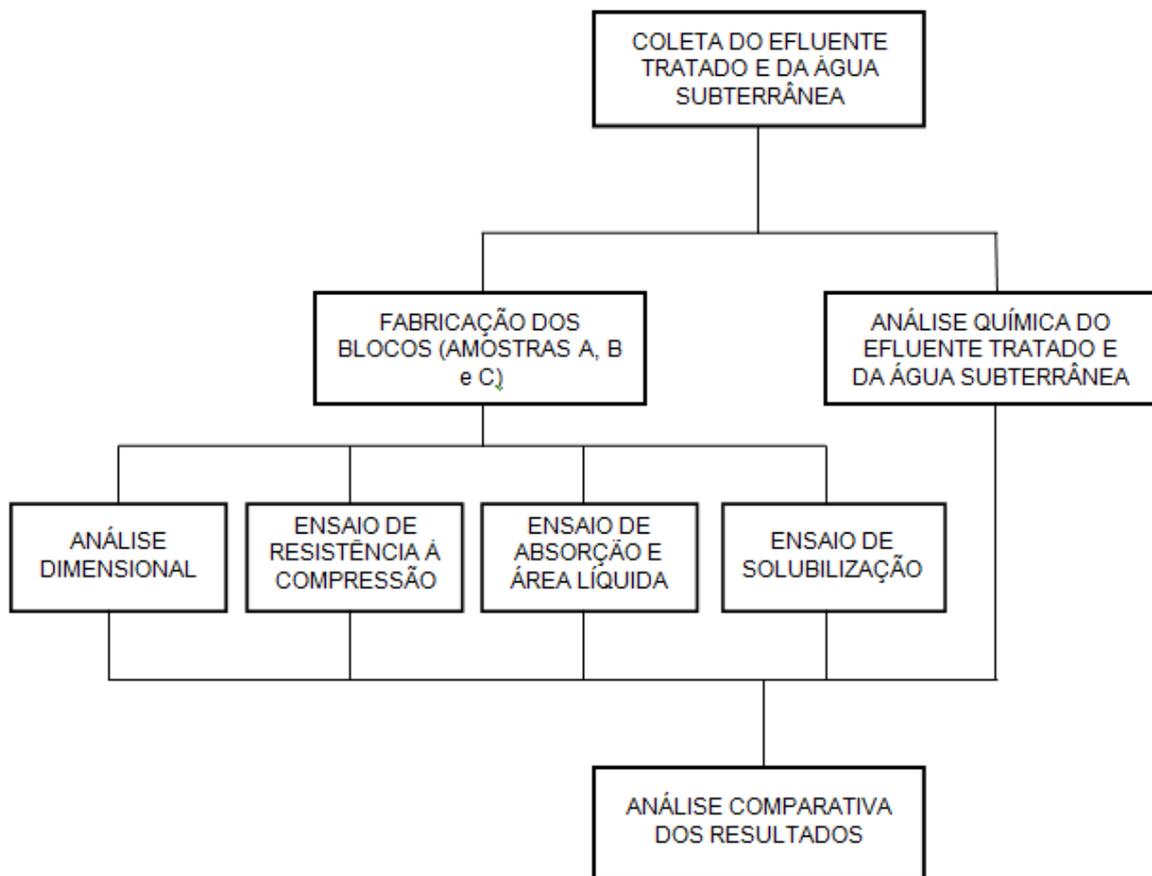
Posteriormente foram realizados ensaios de solubilização para avaliação dos possíveis riscos à saúde humana e, finalizando a pesquisa, foi realizada a

comparação dos resultados obtidos com os blocos fabricados com água subterrânea e com os fabricados com o efluente tratado.

Os procedimentos adotados foram norteados pelas NBRs 6163:2014 (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos), 12118:2011 (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: métodos de ensaio) e 10006:2004 (Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos) e registrados em formulários padronizados pelos laboratórios onde foram realizados.

O resumo da metodologia empregada está descrito no Fluxograma a seguir:

**Figura 11** - Fluxograma da experiência



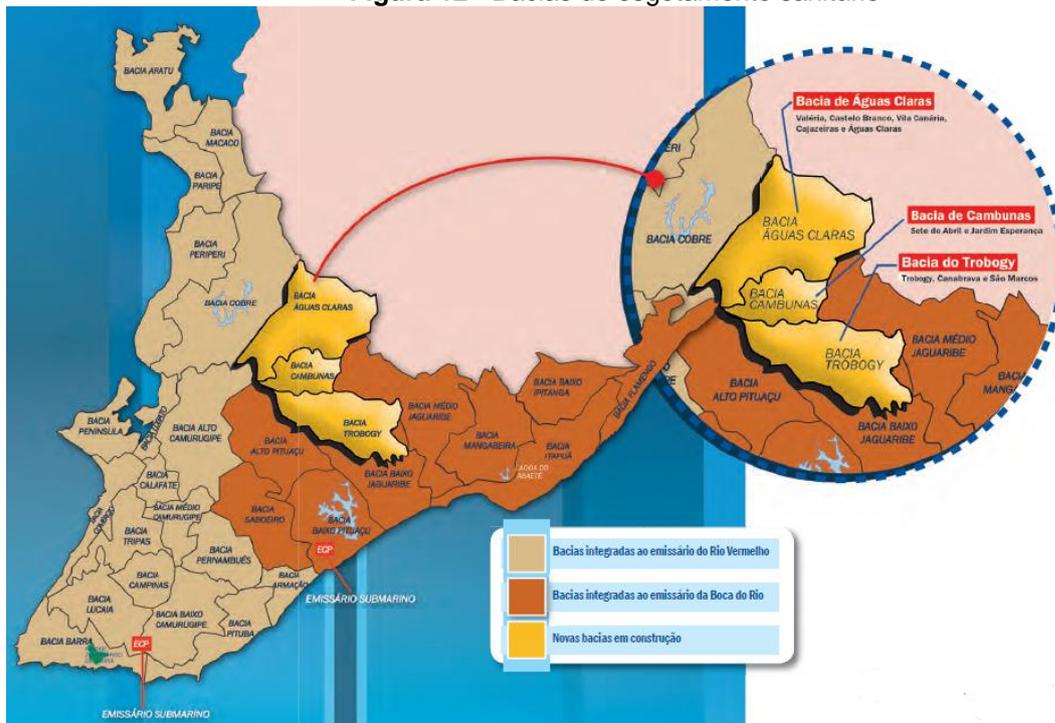
Fonte: Autora, 2014

### 3.2.1 Caracterização das ETEs

A coleta do efluente tratado foi realizada em duas ETEs (Estações de Tratamento de Efluentes) biológicas da concessionária do município de Salvador - Bahia e a coleta da água, na fábrica de blocos.

Dados da publicação “Ações da Embasa em Salvador” (2013) revelam que o município de Salvador, Bahia, possui uma rede coletora de esgoto de 3.678 km de extensão com cerca de 450.613 mil ligações. O sistema de esgotamento sanitário conta com 28 bacias (Figura 12) integradas a dois emissários submarinos, Rio Vermelho e Boca do Rio, além de sistemas independentes de tratamento de esgoto que servem a conjuntos habitacionais.

**Figura 12 - Bacias de esgotamento sanitário**



Fonte: EMBASA - Ações da Embasa em Salvador, 2013

A Tabela 7 mostra dados relativos ao esgotamento sanitário no município de Salvador, Bahia.

**Tabela 7 - Esgotamento sanitário no município de Salvador, Bahia**

ESTRUTURA	QUANTIDADE (Nº) OU EXTENSÃO (KM)
Estações de Tratamento de Esgoto	72
Estações Elevatórias de Esgoto	217
Captações em tempo seco	13
Sistemas de disposição oceânica (emissários)	2
Ligações de esgoto	450.613 (ago/2013)

Fonte: EMBASA - Ações da Embasa em Salvador, 2013

As ETEs, onde foram executadas as coletas, estão situadas na região da Bacia do Trobogy e atendem a uma população de 3.400 habitantes (ETE 1- Muriçoca) e 4.885 habitantes (ETE 2 – Mocambo).

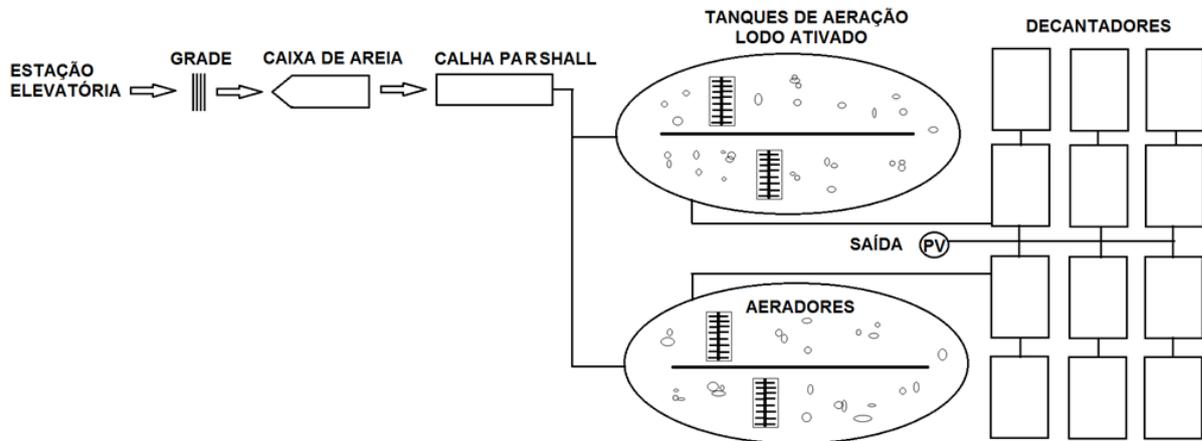
**Figura 13** - Vista aérea das lagoas de estabilização da ETE Mocambo Salvador, BA



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps>

Na primeira ETE, como pode ser observado na Figura 14, o esgoto bruto chega por duto forçado (elevatória), passa por uma grade que retém materiais de dimensões maiores e segue para a caixa de areia, onde a areia é removida por sedimentação, enquanto a matéria orgânica permanece em suspensão e segue por uma calha para os tanques que irão proporcionar oxigênio por meio de aeradores para os microrganismos aeróbicos (bactérias, protozoários, etc.) que se alimentam do material orgânico dos efluentes.

**Figura 14** – Esquema gráfico da ETE 1



Fonte: Autora, 2014

Depois o efluente segue para os decantadores (Figura 15), onde é separado o efluente tratado do lodo ativado, que é recirculado ao tanque de aeração para manter a concentração de microrganismos. O efluente líquido, clarificado, retorna então ao meio ambiente.

**Figura 15** – Decantadores da ETE 1



Fonte: Autora, 2014

Na segunda ETE biológica visitada, a matéria orgânica em suspensão é tratada por duas lagoas de estabilização aeradas (Figura 16) onde aeradores fornecem o oxigênio para degradação biológica. As lagoas ficam em níveis diferentes e funcionam por gravidade.

**Figura 16** - Lagoas de estabilização ETE 2



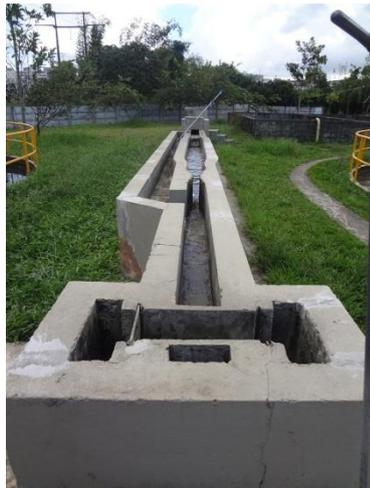
Aerador

Fonte: Autora, 2014

### 3.2.1.1 Coleta dos efluentes

A coleta do efluente para a análise química foi realizada inicialmente na ETE 1, onde o tratamento do efluente é realizado pelos tanques de aeração e decantadores. Na Figura 17, pode-se observar as amostras da coleta na chegada do esgoto.

**Figura 17** - Coleta na entrada do esgoto bruto



Fonte: Autora, 2014

A Figura 18 apresenta a amostra clarificada pelos decantadores, coletada na saída do esgoto tratado, da ETE1.

**Figura 18** - Amostra do efluente tratado na ETE 1



**Fonte:** Autora, 2014

O passo seguinte foi a coleta na segunda ETE, nas lagoas de estabilização, onde o efluente tratado apresentava-se com a coloração esverdeada devido a quantidade de algas presentes na lagoa, o que pode ser observado na Figura 19.

**Figura 19** - Amostra do efluente tratado nas lagoas de estabilização: ETE 2



**Fonte:** Autora, 2014

Em seguida, foi realizada a coleta da água subterrânea (água de poço) utilizada na fábrica de blocos e as amostras foram encaminhadas para o laboratório,

onde foram realizadas as análises das características físico-químicas do esgoto tratado e da água subterrânea.

### 3.2.2 Fabricação dos blocos vazados simples de concreto utilizando a água subterrânea e o efluente tratado

A etapa seguinte à coleta foi a fabricação dos blocos vazados simples de concreto para alvenaria utilizando água subterrânea e efluente tratado. Para este estudo, a fabricação dos blocos foi realizada em uma fábrica de pré-moldados, situada na região metropolitana de Salvador, Bahia, onde a produção é realizada em um processo automático e contínuo (Figura 20), sem o contato direto com o efluente, o que praticamente elimina a possibilidade de contaminação dos operários por algum microrganismo potencialmente patógeno.

**Figura 20** - Painel de Controle do processo de fabricação dos blocos



Fonte: Autora, 2014

Diariamente são produzidos de 50 a 70 m<sup>3</sup> de concreto. A Figura 21 mostra o silo com capacidade para 105 t, onde é estocado o cimento. O cimento utilizado na produção dos blocos para esta pesquisa foi o CPII F 40.

**Figura 21** - Silo de estocagem do cimento



**Fonte:** Autora, 2014

Os agregados utilizados para fabricação dos blocos foram coletados em uma pedreira pertencente ao mesmo grupo da fábrica, no município de Salvador, Bahia e os resultados do ensaio de granulometria foram disponibilizados pela empresa, sendo apresentados no **Anexo A** (Ensaio Físicos em Agregados para Concreto).

**Figura 22** - Amostra dos agregados

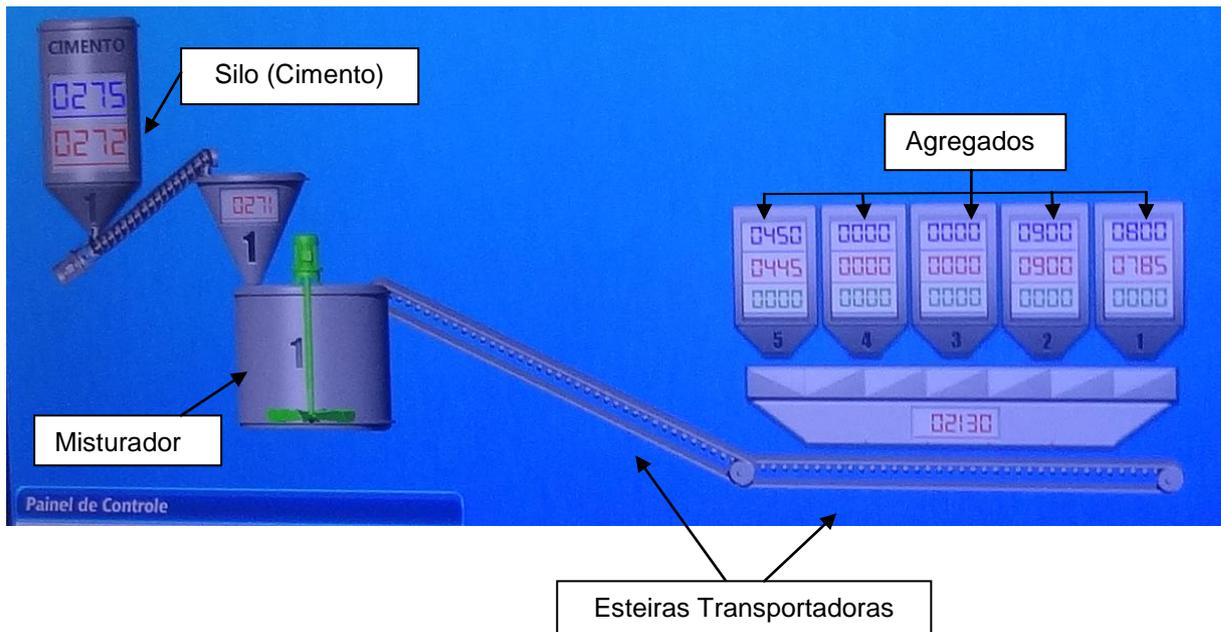


**Fonte:** Autora, 2014

Os agregados são distribuídos em cinco compartimentos com capacidade para 40m<sup>3</sup> cada, sendo dois para a areia, um para pó de pedra, um para areia de brita e um para brita 9,5mm.

A Figura 23 representa um esquema gráfico da mistura dos componentes do concreto para fabricação dos blocos.

**Figura 23** - Esquema gráfico da mistura dos componentes



Fonte: Autora, 2014

A Tabela 8 apresenta a dosagem de materiais utilizados na composição do traço para a fabricação dos blocos.

**Tabela 8** - Dosagem dos materiais para fabricação dos blocos

Material	Unidade	Quantidade
Cimento CP II – 40	kg	133
Areia de brita	kg	445
Brita 9,5 mm	kg	210
Pó de brita	kg	133
Água	l	66
Aditivo	l	1

Fonte: Autora, 2014

A dosagem dos materiais para a experiência resultou em um volume de 0,5m<sup>3</sup> de concreto e a produção de aproximadamente 90 blocos.

Os agregados foram transportados por esteiras até o misturador. Após o preparo, o concreto seguiu por esteira (Figura 24) para uma máquina vibro prensa hidráulica.

**Figura 24** - Esteira para transporte do concreto para moldagem dos blocos



Fonte: Autora, 2014

Em um processo automático e contínuo, os blocos vazados para o estudo foram moldados (Figura 25). A capacidade de produção é de dezoito blocos por ciclo de moldagem.

**Figura 25** - Moldagem dos blocos



Fonte: Autora, 2014

Inicialmente foram produzidos blocos com a **água subterrânea**, que foram denominados **Blocos A** (amostra branca). Em seguida, foram produzidos os blocos com o esgoto tratado da **ETE 1**, denominados de **Blocos B**. E, por último, foram produzidos os blocos com o esgoto tratado da **ETE 2**, os **Blocos C**.

Em seguida, os blocos foram acomodados em prateleiras, transportados e armazenados nas câmaras de cura por 24 horas. Após a cura, foi feito o transporte para o laboratório.

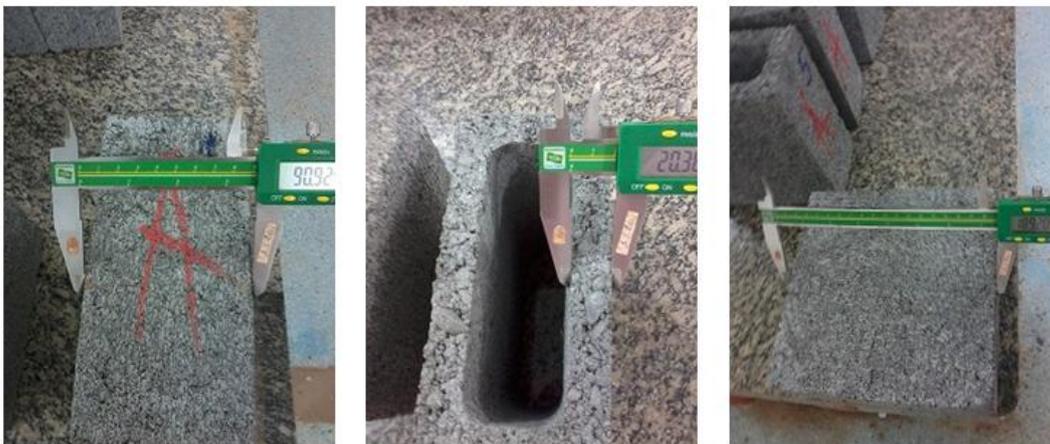
### 3.2.3 Características físicas e mecânicas dos blocos

Para determinação das características físicas e mecânicas dos blocos fabricados com água subterrânea e com esgoto tratado nas ETEs, foram executados os ensaios de análise dimensional; absorção e resistência à compressão, no Laboratório de Ensaio em Materiais de Construção (LEMC), da área de Construção Civil do SENAI CIMATEC – DR/BA. Os procedimentos para execução dos ensaios seguiram as Normas NBR6136 e NBR12118.

#### 3.2.3.1 Análise dimensional

A análise dimensional (Figura 26), na definição da NBR 12118:2011, é a verificação das dimensões do bloco (largura, comprimento, altura e espessura das paredes).

**Figura 26** - Análise dimensional



Fonte: Autora, 2014

Foram utilizados cinco blocos para cada série (7, 14 e 28 dias). O ensaio foi realizado conforme a Norma NBR 12118:2011 que especifica que são necessárias pelo menos três determinações em pontos distintos, para cada dimensão dos blocos (largura, comprimento e altura). Para se obter o resultado final foi calculada a média das dimensões encontradas e o desvio padrão.

Para este ensaio foi utilizado um paquímetro digital, cuja precisão corresponde a 1 mm. O procedimento adotado na análise dimensional foi o mesmo para as amostras **A**, **B** e **C**.

### 3.2.3.2 Ensaio de absorção e área líquida dos blocos

A NBR 12118:2011 traz a seguinte definição referente ao ensaio de absorção: é a “relação entre a massa de água contida no bloco saturado e a massa do bloco seco em estufa até a constância de massa, expressa em porcentagem”.

O ensaio de absorção de água está relacionado diretamente à impermeabilidade e a durabilidade dos blocos e é mais alta quanto mais poroso for o bloco.

Foram utilizados três unidades para cada série de blocos. Os blocos foram pesados em uma balança Modelo KN-60, com capacidade para 60kg, com dimensões (LAP mm) - 460 X 130 X 365 e obteve-se a massa denominada  $m_3$ . Em seguida, foram levados à estufa (Figura 27) para a secagem, a uma temperatura de 112°C, onde permaneceram por 24 horas. A NBR 12118:2011 determina que a temperatura seja de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

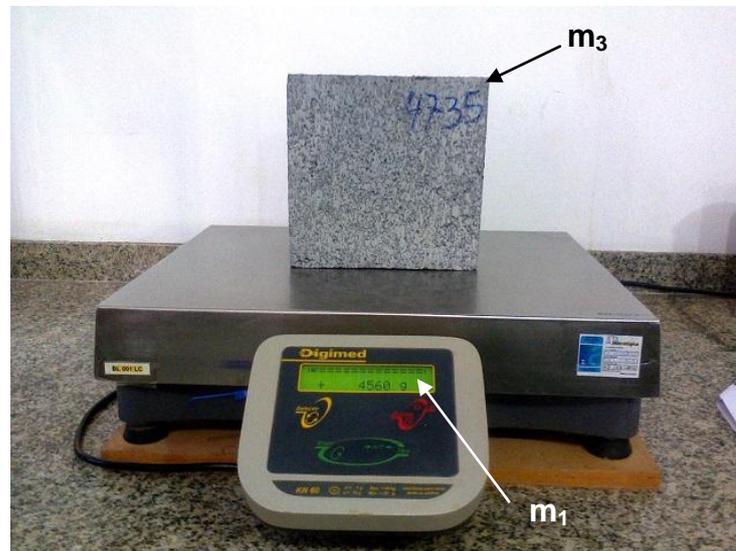
**Figura 27** - Blocos na estufa



**Fonte:** Autora, 2014

Após o resfriamento, os blocos foram levados à balança e registrados os valores da massa seca, a massa  $m_1$  (Figura 28).

**Figura 28** - Medição da massa após 24 h na estufa:  $m_1$



**Fonte:** Autora, 2014

Depois da pesagem, as amostras foram novamente colocadas na estufa por 2 horas, a uma temperatura de 110°C. O processo de medição foi repetido, a massa encontrada foi anotada e os blocos voltaram para a estufa por mais 2 horas, quando, após pesagem, verificou-se que tinha sido alcançado os parâmetros estabelecidos pela Norma Técnica e registrou-se a massa seca  $m_1$ .

Com o objetivo de se verificar a massa da amostra saturada, quando os blocos ficaram com a temperatura ambiente (resfriados naturalmente), foram imersos em água à temperatura de 24°C durante 24 horas (Figura 29). A NBR 12118:2011 determina que a temperatura seja de  $23 \pm 5^\circ\text{C}$ .

**Figura 29** - Ensaio de absorção e área líquida



**Fonte:** Autora, 2014

Depois os blocos saturados foram pesados, os valores encontrados foram anotados e mergulhados novamente em água por mais 2 horas.

A operação foi repetida mais uma vez e foram anotadas as massas saturadas, denominadas  $m_2$ .

**Figura 30** - Obtenção da massa saturada



**Fonte:** Autora, 2014

De acordo com a NBR 12118:2011, para calcular o valor de absorção de água de cada bloco, adota-se a seguinte equação:

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

onde:

$a$  – é a absorção total, em porcentagem (%);

$m_1$  – é a massa do bloco seco em estufa, em gramas (g);

$m_2$  – é a massa do bloco saturado, em gramas(g).

Para a determinação da área líquida, foram calculadas as médias de três medidas das alturas de cada bloco e a massa foi determinada com o uso de uma balança hidrostática. Os valores encontrados foram denominados  $m_4$ , conforme padrão da NBR 12118:2011.

De acordo com a NBR 12118:2011, para calcular o valor área líquida de cada bloco, adota-se a seguinte equação:

$$A_{liq} = \frac{m_2 - m_4}{h_Y} \times 100$$

onde:

$A_{liq}$  – é a área líquida, em milímetros quadrados ( $mm^2$ );

$m_2$  – é a massa do bloco saturado, em gramas (g);

$m_4$  – é a massa aparente do bloco, em gramas(g).

$h$  – é a altura média do corpo de prova, medida na direção perpendicular à seção de trabalho, em milímetros (mm);

$Y$  – é a massa específica da água utilizada no ensaio, em gramas por centímetro cúbico ( $g/cm^3$ ).

Os procedimentos adotados nos ensaios de absorção e área líquida foram os mesmos para as amostras A, B e C.

### 3.2.3.3 Ensaio de resistência à compressão

Para o ensaio de resistência à compressão foi utilizada uma prensa hidráulica (Figura 31), cuja capacidade máxima é de 200tf e a precisão é de  $\pm 1\%$  nas faixas de utilização. Sistema de medição de carga: Transdutor de pressão hidráulica com capacidade de 350 bar e precisão de  $\pm 0,5\%$  do fim de escala.

A resistência à compressão é definida pela Norma como a “relação entre a carga de ruptura e a área bruta do corpo de prova quando submetido ao ensaio de compressão axial” (NBR 12118:2011, p.1).

**Figura 31** - Bloco na prensa hidráulica



**Fonte:** Autora, 2014

Foram utilizados cinco blocos de cada amostra, aos 7, 14 e 28 dias, totalizando 45 blocos ensaiados.

### **3.2.4 Ensaio de solubilização**

Com a finalidade de avaliar a possibilidade de riscos à saúde humana e a presença de substâncias agressivas ao concreto utilizado na fabricação dos blocos, foi realizado no Laboratório de Metrologia Química e Volumétrica do SENAI DR/BA, o ensaio de solubilização, de acordo com a NBR 10006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

As substâncias avaliadas foram cloreto, sulfato e coliformes totais.

## 4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Neste capítulo, os resultados obtidos na análise química do efluente tratado e da água subterrânea, na análise dimensional, nos ensaios de absorção e área líquida e no ensaio de resistência à compressão dos blocos fabricados com água subterrânea e dos fabricados com o efluente tratado nas estações de tratamento biológicas serão apresentados e comparados com os padrões estabelecidos pelas Normas Técnicas.

### 4.1 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Na Tabela 9 são apresentados os resultados obtidos na análise das características químicas relativas às amostras obtidas nas ETE1 (lodo ativado), ETE 2 (lagoa de estabilização) e da água subterrânea, além da comparação com os padrões estabelecidos pela Resolução n. 430/11 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

A análise dos cloretos e dos sulfatos indica que o esgoto tratado pelas ETEs biológicas 1 e 2 atendem aos requisitos de água para preparo de concreto, estabelecidos pela NBR 15900-1 para os parâmetros cloreto e sulfato, o que pode viabilizar a utilização para a fabricação de blocos vazados de concreto. Com relação aos demais parâmetros não foram encontrados padrões ou recomendações na norma para o preparo do concreto.

**Tabela 9** - Características físico-químicas do esgoto tratado nas ETEs biológicas 1 e 2 e da água subterrânea e requisitos da NBR 15900-1

Ensaio	Esgoto Tratado (ETE 1)	Esgoto Tratado (ETE 2)	Água Subterrânea	Requisitos NBR 15900-1 (água para preparo de concreto)
Cloretos (mg/l)	102	10,9	4,76	Para concreto simples (sem armadura) não deve ser maior que 4500 mg/l
Sulfatos (mg/l)	42,5	6,18	1,29	≥ 2 000 mg/l
pH	6,34	7,63	6,76	--
Dureza Total (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	47,3	73,7	< 1,0	--
Coliformes Totais (UFC/100 ml)	confluyente	2,2 x 10 <sup>5</sup>	5,2 x 10	--
DBO – Demanda Biológica de Oxigênio (mg/l)	8,9	132	2,0	--
DQO- Demanda Química de Oxigênio (mg/l)	88	399	36	--
Surfactantes (mgLAS/l)	0,10	0,08	< 0,01	--
Sólidos em suspensão (mg/l)	8,5	40,0	15,0	--

Métodos de Ensaio:

**Cloretos e Sulfatos** – EN138 QGI (EPA 300.1-1); **pH** –EM 029 QGI; **Dureza Total** – EN 005 QGI (SMEWW 2340 A/B/C); **Coliformes Totais** – EN 005 MIC (SMEWW 9222 A,B,C); **DBO** – EN 056 QGI (SMEWW 5210 B); **DQO** – EN 027 (SMEWW 5220 D); **Surfactantes** –EN 036 QGI; **Sólidos em suspensão** – EM 025 QGI SMEWW-APHA – *American Public Health Association - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition: Washington, 2012*

Fonte: Autora, 2014.

O resultado do pH (potencial Hidrogeniônico) apresenta também um resultado satisfatório, uma vez que os valores estão bem próximos a valor de neutralidade (pH=7).

Os resultados de dureza total e sólidos apresentaram valores mais elevados no esgoto tratado. O valor alto encontrado no parâmetro dos coliformes totais deve-se ao fato de que as ETEs não dispõem de processo de desinfecção do efluente tratado. No entanto, acredita-se, em função do processo produtivo, que estes fiquem imobilizados no bloco.

Segundo a Resolução n.430/2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, a DBO, ou seja, “a quantidade de oxigênio necessária para oxidar qualquer matéria orgânica presente na água durante um dado período de tempo, geralmente cinco dias” (RITCHER, 2001, P.100), deve ser de no máximo 120mg/l para lançamento do efluente em corpos hídricos, no entanto os valores para DBO e DQO foram mais elevados para o efluente tratado das lagoas, o que pode ter relação com a quantidade de algas presentes na lagoa e que permanecem neste.

Para a pesquisa foram realizadas coletas pontuais do efluente.

Na Tabela 10 são apresentados dados da eficiência da ETE 1, no período de janeiro de 2013 a setembro de 2014.

**Tabela 10 - Eficiência da ETE 1 - Muriçoca**

DATA	DBO			SÓLIDOS EM SUSPENSÃO			SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS		
	AFLUENTE	EFLUENTE	REMOÇÃO	AFLUENTE	EFLUENTE	REMOÇÃO	AFLUENTE	EFLUENTE	REMOÇÃO
COLETA	( mg/l)	( mg/l)	(%)	( mg/l)	( mg/l)	(%)	( ml/l)	( ml/l)	(%)
04.01.13	360	14	96	280	20	93	1,2	0,1	92
28.01.13	343	17	95	275	40	85	1	0,1	90
15.02.13	349	24	93	330	24	93	3,8	0,1	97
08.03.13	352	13	96	290	38	87	2	0,1	95
25.03.13	366	37	90	350	50	86	4	0,1	98
08.04.13	345	10	97	485	28	94	2,5	0,1	96
22.04.13	402	13	97	370	11,7	97	1,5	0,1	93
07.05.13	353	22	94	213	14	93	5	0,1	98
10.06.13	422	20	95	350	19	95	10	0,1	99
25.06.13	370	78	79	305	93,3	69	4	4	-
09.07.13	301	33	89	248	67,5	73	3	0,1	97
16.08.13	690	78	89	350	55	84	4	0,1	98
26.08.13	386	57	85	275	60	78	4	0,1	98
06.09.13	396	110	72	480	145	70	6	0,2	97
29.09.13	400	25	94	295	65	78	8	0,1	99
01.10.13	342	63	82	273	103	62	3	0,2	93
07.11.13	375	25	93	320	36	89	4	0,1	98
27.11.13	321	30	91	280	35	88	2	1,5	25
29.01.14	390	14	96	215	10	95	2	0,1	95
06.03.14	364	34	91	296	27	91	3	0,2	93
26.03.14	527	32	94	390	37,1	90	2,5	0,2	92
03.04.14	385	21	95	180	11	94	4	0,5	88
22.05.14	299	14	95	190	23,3	88	1,8	0,1	94
25.05.14	340	1,1	100	170	16,5	90	2,1	0,1	95
11.07.14	217	23	89	167	14	92	2,2	0,1	95
08.08.14	261	17	93	425	12	97	2,5	0,1	96
27.08.14	311	27	91	240	16	93	1,5	0,1	93
11.09.14	372	20	95	303	10	97	3,5	0,1	97

Fonte: EMBASA, 2014

Os dados apresentam um comportamento homogêneo, com os percentuais de remoção da DBO variando de 72% a 100% e com valores para lançamento de

efluentes abaixo dos 120mg/l estabelecidos na Resolução n.430/2011, do CONAMA, demonstrando assim a eficiência da ETE 1 . Os dados apresentam também excelentes percentuais de remoção de sólidos em suspensão e de sólidos sedimentáveis.

A seguir, a Tabela 11 mostra os dados da eficiência da ETE 2, no período de janeiro de 2013 a setembro de 2014.

**Tabela 11 - Eficiência da ETE 2 - Mocambo**

DATA COLETA	DBO			SÓLIDOS EM SUSPENSÃO			SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS		
	AFLUENTE ( mg/l)	EFLUENTE ( mg/l)	REMOÇÃO (%)	AFLUENTE ( mg/l)	EFLUENTE ( mg/l)	REMOÇÃO (%)	AFLUENTE ( ml/l)	EFLUENTE ( ml/l)	REMOÇÃO (%)
28.01.13	550	35	94	530	112	79	9	0,4	96
28.02.13	319	24	92	240	40	83	2	0,1	95
26.06.13	440	20	95	440	46	90	8	0,4	95
15.07.13	562	45	92	325	64	80	8	0,1	99
12.08.13	380	41	89	240	42	83	5	0,1	98
03.09.13	593	41	93	540	67,5	88	14	0,4	97
01.10.13	700	25	96	585	40	93	10	0,2	98
11.11.13	444	42	91	340	62	82	4	0,3	93
06.12.13	718	33	95	263	68	74	3	0,1	97
27.01.14	260	25	90	233	63,3	73	5	0,5	90
14.02.14	383	43	89	240	56	77	5	0,4	92
21.03.14	422	25	94	260	12	95	4,5	0,4	91
29.04.14	321	24	93	230	26,7	88	4	0,1	98
26.05.14	390	42	89	330	45	86	4,8	0,2	96
26.06.14	609	50	92	265	37,5	86	5	0,2	96
24.07.14	489	28	94	300	14	95	12	0,2	98
29.08.14	355	26	93	200	20	90	6,5	0,2	97
10.09.14	550	68	88	117	42	64	3	0,2	93

Fonte: EMBASA, 2014

A ETE 2 apresentou índices de remoção da DBO entre 88% e 96% e o valor máximo de DBO encontrado no efluente foi de 68mg/l, também abaixo dos 120mg/l estabelecidos pela CONAMA. Os índices de remoção dos sólidos em suspensão e dos sólidos sedimentáveis também comprovam a eficiência da ETE 2.

#### 4.2 ANÁLISE DIMENSIONAL DOS BLOCOS

As dimensões dos blocos devem corresponder às dimensões nominais estabelecidas pela ABNT NBR 6136:2014, ou seja, para o meio bloco (que foi utilizado nesta experiência) devem ser: 90 mm (largura) x 190 mm (altura) x 190 mm

(comprimento), com tolerância de  $\pm 2,0$  mm para a largura e  $\pm 3,0$  mm para a altura e para o comprimento.

Na análise dimensional, é importante observar que a regularidade das dimensões é fundamental para o bom desempenho da modulação da alvenaria.

A Tabela 12 apresenta as médias das dimensões reais dos blocos da amostra **A**. O resultado geral pode ser observado no **Anexo B** (Análise Dimensional de Blocos de Concreto).

**Tabela 12 - Dimensões médias reais dos blocos da amostra A**

Dimensões Nominais (mm)	Blocos A – Dimensões Reais					
	Média <sup>1</sup>	DP	Média <sup>2</sup>	DP	Média <sup>3</sup>	DP
L = 90	91,11	0,27	91,05	0,36	90,62	0,12
A = 190	187,98	1,17	187,95	1,19	188,52	0,67
C = 190	191,00	0,58	190,97	0,58	191,17	0,52

NOTA 1 – L = largura; A = Altura; C = Comprimento; DP = desvio padrão;  
 NOTA 2 - Dimensões Nominais referentes ao meio bloco;  
 NOTA 3 – Média <sup>1</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 5 dias de idade;  
 Média <sup>2</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 12 dias de idade;  
 Média <sup>3</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

As médias das dimensões reais dos blocos da amostra **B** são apresentadas na Tabela 13.

**Tabela 13 - Dimensões médias reais dos blocos da amostra B**

Dimensões Nominais (mm)	Blocos B – Dimensões Reais					
	Média <sup>1</sup>	DP	Média <sup>2</sup>	DP	Média <sup>3</sup>	DP
L = 90	91,27	0,12	91,26	0,12	90,99	0,31
A = 190	185,42	2,12	185,40	2,12	187,19	1,42
C = 190	191,36	0,46	191,54	0,46	190,67	0,64

NOTA 1 – L = largura; A = Altura; C = Comprimento; DP = desvio padrão;  
 NOTA 2 - Dimensões Nominais referentes ao meio bloco;  
 NOTA 3 – Média <sup>1</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 5 dias de idade;  
 Média <sup>2</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 12 dias de idade;  
 Média <sup>3</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

Os resultados do ensaio dimensional da amostra **C** estão apresentados na Tabela 14.

**Tabela 14 – Dimensões médias reais dos blocos da amostra C**

Dimensões Nominais (mm)	Blocos C – Dimensões Reais					
	Média <sup>1</sup>	DP	Média <sup>2</sup>	DP	Média <sup>3</sup>	DP
L = 90	91,74	0,09	91,79	0,12	91,28	0,34
A = 190	188,69	0,59	188,84	0,68	188,23	1,81
C = 190	191,27	0,18	191,48	0,27	190,85	0,25

NOTA 1 – L = largura; A = Altura; C = Comprimento; DP = desvio padrão;

NOTA 2 - Dimensões Nominais referentes ao meio bloco;

NOTA 3 – Média <sup>1</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 5 dias de idade;

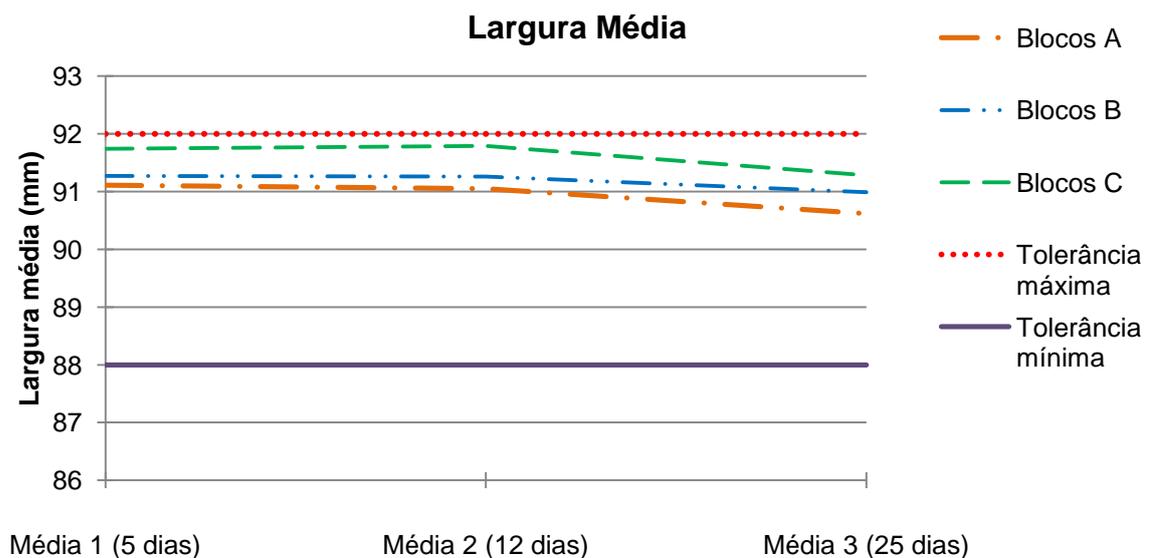
Média <sup>2</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 12 dias de idade;

Média <sup>3</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 25 dias de idade.

Fonte: Autora, 2014

O Gráfico 1 apresenta a comparação entre os resultados obtidos na análise da largura média das três amostras (**A, B e C**). Para cada amostra foram utilizados cinco blocos aos 5, 12 e 25 dias de idade, totalizando 45 blocos ensaiados.

**Gráfico 1 - Comparativo da largura média dos blocos A, B e C**

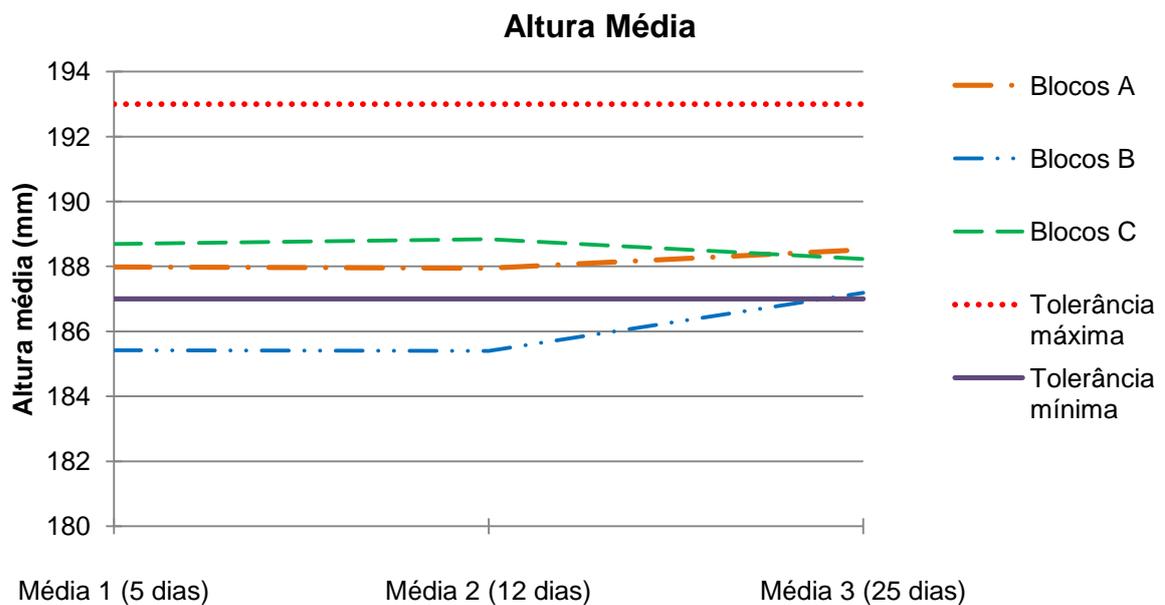


Fonte: Autora, 2014

A média das dimensões reais de largura das amostras **A**, **B** e **C** ficou dentro dos limites de tolerância mínima e máxima, atendendo assim os requisitos da ABNT NBR 6136:2014.

No Gráfico 2 é apresentada a comparação entre os resultados da altura média dos blocos.

**Gráfico 2 - Comparativo da altura média dos blocos A, B e C**

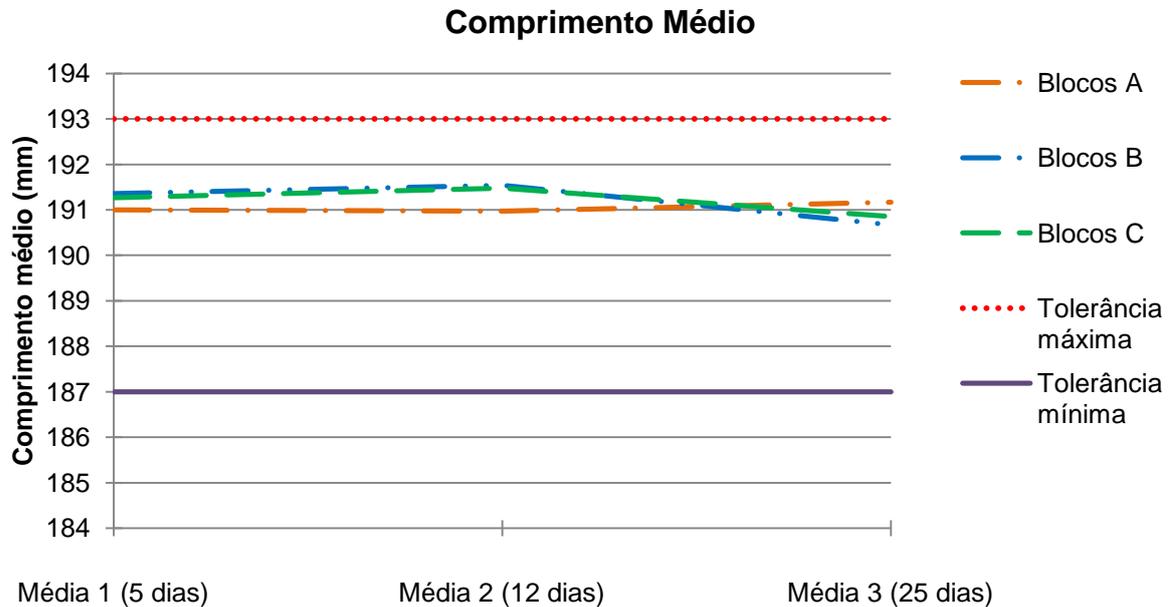


**Fonte:** Autora, 2014

Segundo os requisitos estabelecidos pela Norma ABNT NBR 6136:2014, as amostras **B** seriam descartadas para utilização por estarem com a altura abaixo do limite de tolerância, porém vale ressaltar que esse fato não impactou nos resultados da comparação da resistência dos blocos para essa pesquisa.

As amostras **A** e **C** atenderam aos requisitos com relação à altura média.

A comparação entre os resultados do comprimento das amostras pode ser observada no Gráfico 3.

**Gráfico 3 - Comparativo do comprimento médio dos blocos A, B e C**

Os valores relativos ao comprimento médio das amostras A, B e C atendem aos requisitos da ABNT NBR 6136:2014.

Na Tabela 15 são apresentadas as espessuras médias reais das paredes longitudinais e transversais das amostras **A, B e C**.

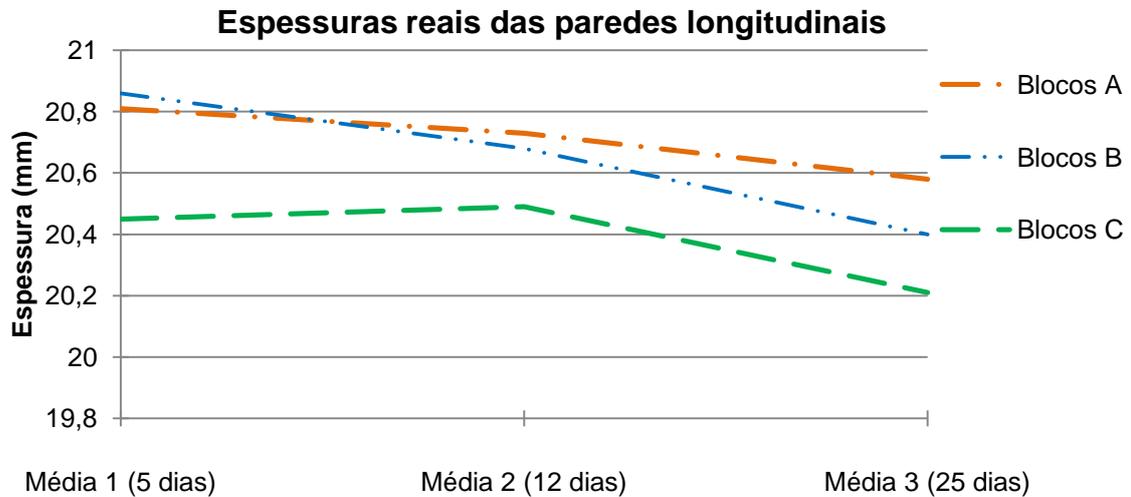
**Tabela 15 - Espessuras reais das paredes dos blocos A, B e C**

Média	Espessuras de paredes (mm)					
	Longitudinal			Transversal		
	A	B	C	A	B	C
1	20,81	20,86	20,45	20,31	20,14	20,28
2	20,73	20,68	20,49	20,31	20,14	20,46
3	20,58	20,40	20,21	20,36	20,24	19,99

Média<sup>1</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 5 dias de idade;  
Média<sup>2</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 12 dias de idade;  
Média<sup>3</sup> – Média das dimensões dos blocos da amostra aos 25 dias de idade.

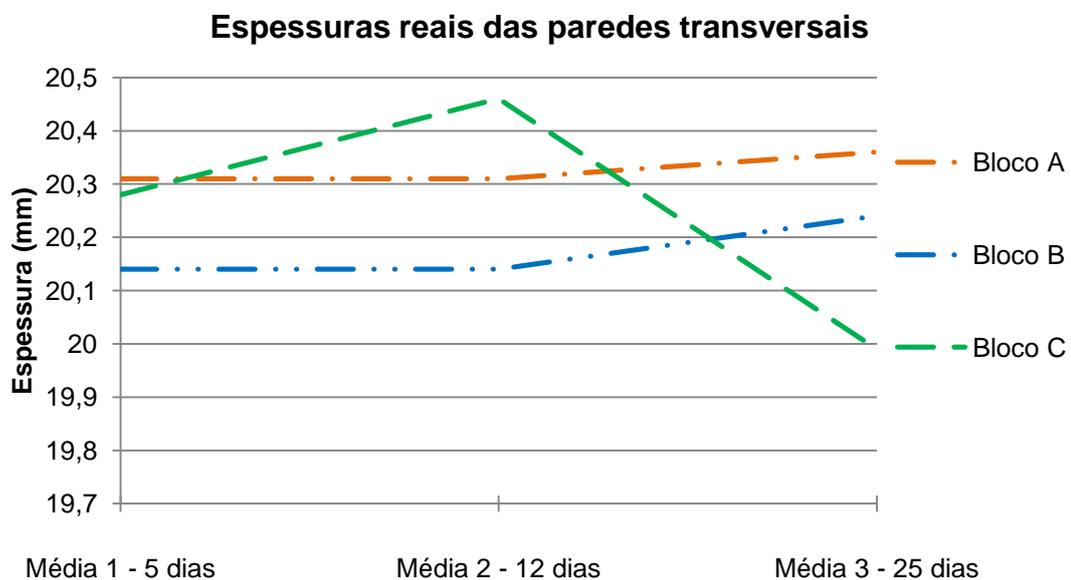
**Fonte:** Autora, 2014

O Gráfico 4 apresenta o comparativo das espessuras reais das paredes longitudinais dos blocos **A, B e C**.

**Gráfico 4** - Comparativo das espessuras reais das paredes longitudinais

**Fonte:** Autora, 2014

No Gráfico 5 pode-se observar a comparação entre as espessuras reais das paredes transversais dos blocos **A**, **B** e **C**.

**Gráfico 5** – Comparativo das espessuras reais das paredes transversais

**Fonte:** Autora, 2014

Como os blocos (**A**, **B** e **C**) passaram pelo mesmo processo de fabricação, não houve alterações significativas com relação à análise dimensional das espessuras reais das paredes longitudinais e transversais. Os resultados ficaram dentro dos

limites de tolerância estabelecidos pela ABNT NBR 6136:2014 e podem ser verificados no **Anexo C** (Análise Dimensional de Blocos de Concreto – Espessura das Paredes).

#### 4.3 ENSAIOS DE ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DOS BLOCOS

Os ensaios com os blocos da amostra **A** foram realizados em três séries (aos 5, 11 e 25 dias). Foram utilizados três blocos para cada série. O resultado geral pode ser visualizado no **Anexo D** (Absorção e Área Líquida de Blocos de Concreto).

A Tabela 16 mostra os resultados da determinação da absorção, dos blocos da amostra **A**.

**Tabela 16** - Determinação da absorção - Amostra A

ENSAIO DE ABSORÇÃO – Amostra A						
CP	Indiv. (%) <sup>1</sup>	Média (%) <sup>1</sup>	Indiv. (%) <sup>2</sup>	Média (%) <sup>2</sup>	Indiv. (%) <sup>3</sup>	Média (%) <sup>3</sup>
01	6,9		6,8		7,3	
02	7,0	7,0	6,8	6,9	7,3	7,3
03	7,2		7,0		7,4	

NOTA<sub>1</sub> - Indiv. = Absorção individual;

(%)<sup>1</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 5 dias de idade.

(%)<sup>2</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 12 dias de idade.

(%)<sup>3</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

Na Tabela 17 são apresentados os dados referentes à área líquida dos blocos da amostra **A**.

**Tabela 17** - Área Líquida - Amostra A

ENSAIO DE ÁREA LÍQUIDA – Amostra A						
CP	A. L. Indiv. <sup>1</sup> (mm <sup>2</sup> )	Média <sup>1</sup> (mm <sup>2</sup> )	A. L. Indiv. <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	Média <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	A. L. Indiv. <sup>3</sup> (mm <sup>2</sup> )	Média <sup>3</sup> (mm <sup>2</sup> )
01	10633		10759		10824	
02	10602	10598	10711	10708	10773	10754
03	10559		10654		10775	

NOTA<sub>1</sub> – A. L. Indiv. = Área Líquida individual;

(mm<sup>2</sup>)<sup>1</sup> – área líquida dos blocos aos 5 dias de idade.

(mm<sup>2</sup>)<sup>2</sup> – área líquida dos blocos aos 12 dias de idade.

(mm<sup>2</sup>)<sup>3</sup> – área líquida dos blocos aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

Os ensaios dos blocos das amostras B e C seguiram os mesmos procedimentos da amostra A. Seguem-se os resultados das amostras B e C.

**Tabela 18 - Determinação da absorção - Amostra B**

<b>ENSAIO DE ABSORÇÃO – Amostra B</b>						
<b>CP</b>	<b>Indiv. (%)<sup>1</sup></b>	<b>Média (%)<sup>1</sup></b>	<b>Indiv. (%)<sup>2</sup></b>	<b>Média (%)<sup>2</sup></b>	<b>Indiv. (%)<sup>3</sup></b>	<b>Média (%)<sup>3</sup></b>
01	6,8		6,9		7,30	
02	6,5	6,7	6,6	6,8	6,97	7,1
03	6,7		6,8		7,08	

NOTA<sub>1</sub> - Indiv. = Absorção individual;6,8

(%)<sup>1</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 5 dias de idade.

(%)<sup>2</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 12 dias de idade.

(%)<sup>3</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

**Tabela 19 - Área líquida - Amostra B**

<b>ENSAIO DE ÁREA LÍQUIDA – Amostra B</b>						
<b>CP</b>	<b>A. L. Indiv. <sup>1</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Média <sup>1</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>A. L. Indiv. <sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Média <sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>A. L. Indiv. <sup>3</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Média <sup>3</sup> (mm<sup>2</sup>)</b>
01	10506		10685		10664	
02	10578	10561	10737	10717	10737	10699
03	10598		10729		10696	

NOTA<sub>1</sub> – A. L. Indiv. = Área Líquida individual;

(mm<sup>2</sup>)<sup>1</sup> – área líquida dos blocos aos 5 dias de idade.

(mm<sup>2</sup>)<sup>2</sup> – área líquida dos blocos aos 12 dias de idade.

(mm<sup>2</sup>)<sup>3</sup> – área líquida dos blocos aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

**Tabela 20 – Determinação da absorção - Amostra C**

<b>ENSAIO DE ABSORÇÃO – Amostra C</b>						
<b>CP</b>	<b>Indiv. (%)<sup>1</sup></b>	<b>Média (%)<sup>1</sup></b>	<b>Indiv. (%)<sup>2</sup></b>	<b>Média (%)<sup>2</sup></b>	<b>Indiv. (%)<sup>3</sup></b>	<b>Média (%)<sup>3</sup></b>
01	5,8		5,4		5,8	
02	6,3	6,1	6,1	5,7	6,3	6,0
03	6,1		5,6		6,0	

NOTA<sub>1</sub> - Indiv. = Absorção individual;

(%)<sup>1</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 5 dias de idade.

(%)<sup>2</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 12 dias de idade.

(%)<sup>3</sup> – Percentual de absorção dos blocos aos 25 dias de idade.

**Fonte:** Autora, 2014

Tabela 21 - Área Líquida - Amostra C

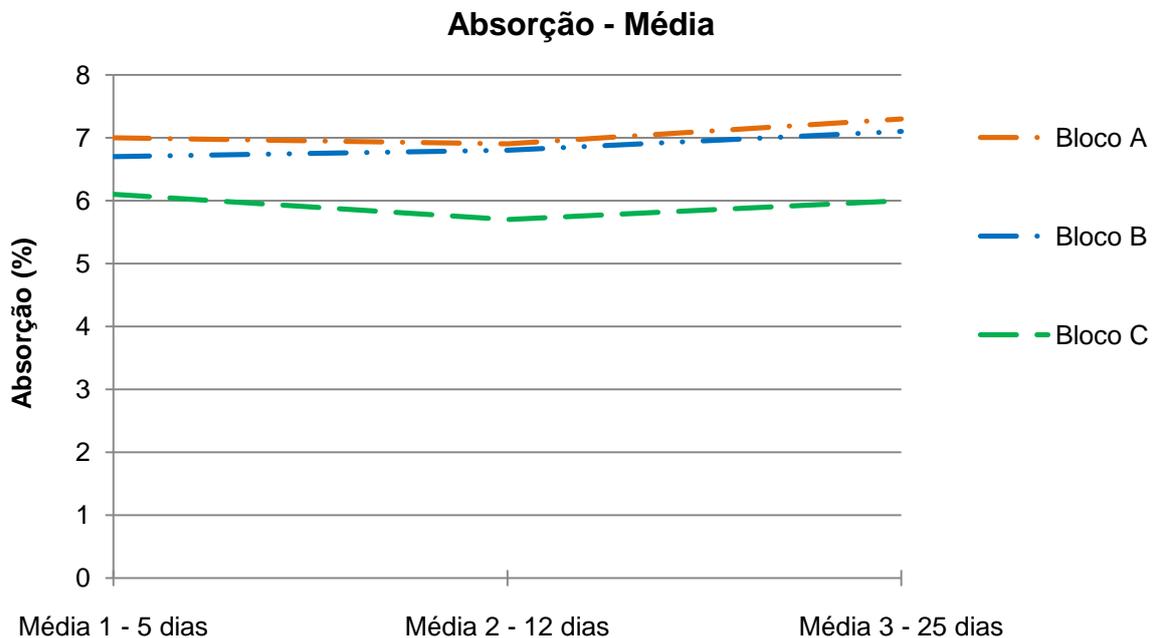
ENSAIO DE ÁREA LÍQUIDA – Amostra C						
CP	A. L. Indiv. <sup>1</sup> (mm <sup>2</sup> )	Média <sup>1</sup> (mm <sup>2</sup> )	A. L. Indiv. <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	Média <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	A. L. Indiv. <sup>3</sup> (mm <sup>2</sup> )	Média <sup>3</sup> (mm <sup>2</sup> )
01	10875		10936		10919	
02	10714	10855	10815	10927	10759	10893
03	10976		11029		11001	

NOTA<sub>1</sub> – A. L. Indiv. = Área Líquida individual;  
 (mm<sup>2</sup>)<sup>1</sup> – área líquida dos blocos aos 5 dias de idade.  
 (mm<sup>2</sup>)<sup>2</sup> – área líquida dos blocos aos 12 dias de idade.  
 (mm<sup>2</sup>)<sup>3</sup> – área líquida dos blocos aos 25 dias de idade.

Fonte: Autora, 2014

No Gráfico 6 são apresentados os dados comparativos dos ensaios de absorção dos blocos **A**, **B** e **C**.

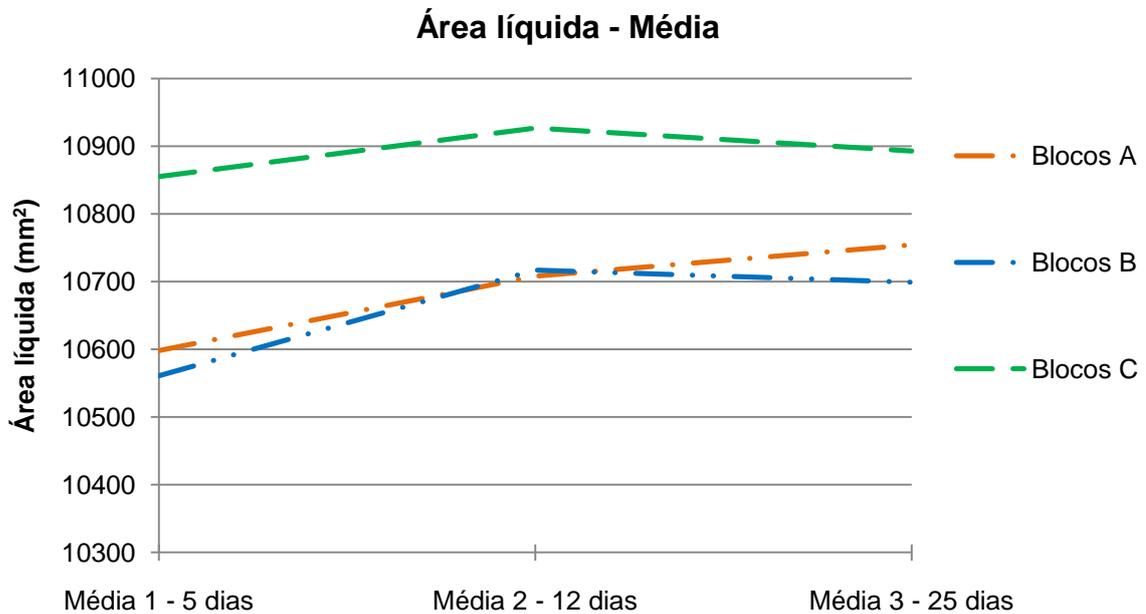
Gráfico 6 – Comparativo: absorção dos blocos



Fonte: Autora, 2014

O Gráfico 7 destaca a comparação entre os valores do ensaio de área líquida dos blocos **A**, **B** e **C**.

Gráfico 7 - Comparativo: área líquida



Fonte: Autora, 2014

Os requisitos da ABNT 6136:2014 para o ensaio de absorção, como uso de agregado normal são:

- Blocos com função estrutural – Classe A – Individual < 8,0% - Média < 6,0%
- Blocos com função estrutural – Classe B – Individual < 10,0% - Média < 8,0%
- Blocos com ou sem função estrutural – Classe C – Individual < 12,0% - Média < 10,0%

Os resultados mostram que os blocos fabricados com o esgoto tratado pelas ETEs 1 e 2 estão em conformidade com a Norma Técnica ABNT NBR 6136:2014.

#### 4.4 ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Para o ensaio de resistência à compressão (Tabela 22) foram utilizados cinco blocos de cada amostra aos 7, 14 e 28 dias de idade, em um total de 45 blocos ensaiados. O resultado completo pode ser observado no **Anexo E** (Ensaio de Resistência à Compressão dos Blocos de Concreto).

Tabela 22 - Resistência à compressão

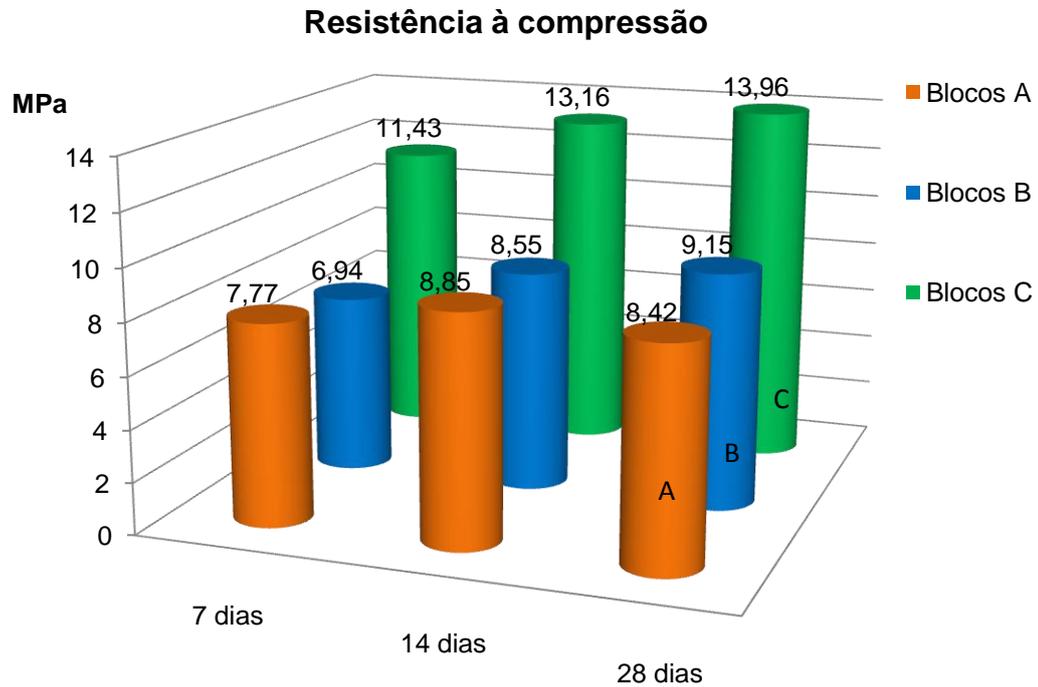
<b>Resistência à compressão (MPa)</b>									
<b>CP</b>	<b>Amostra A</b>			<b>Amostra B</b>			<b>Amostra C</b>		
	<b>Dias</b>			<b>Dias</b>			<b>Dias</b>		
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
01	7,63	7,74	8,04	6,39	8,66	7,96	10,38	14,74	14,56
02	8,63	8,91	6,61	4,62	5,45	9,76	13,14	13,64	13,87
03	8,42	9,20	8,20	7,19	10,25	10,10	11,18	12,83	14,47
04	7,46	10,18	10,60	9,38	7,92	8,70	10,93	11,05	13,48
05	6,69	8,21	8,68	7,11	10,46	9,24	11,51	13,53	13,42
<b>Média</b>	<b>7,77</b>	<b>8,85</b>	<b>8,42</b>	<b>6,94</b>	<b>8,55</b>	<b>9,15</b>	<b>11,43</b>	<b>13,16</b>	<b>13,96</b>
<b>D.P.</b>	0,78	0,94	1,44	1,71	2,04	0,85	1,04	1,36	0,54

Fonte: Autora, 2014

Considerando-se que o processo de fabricação, o traço (dosagem dos materiais) e o processo de cura foram os mesmos para as três amostras (A, B e C), os blocos fabricados com o esgoto tratado superaram as expectativas atingindo valores de resistência à compressão superiores aos blocos da “amostra branca”, já aos 7 dias de idade, no caso da amostra C, que foi a que apresentou maior resistência nas três idades (7, 14 e 28 dias), o que pode ser visualizado no Gráfico 8.

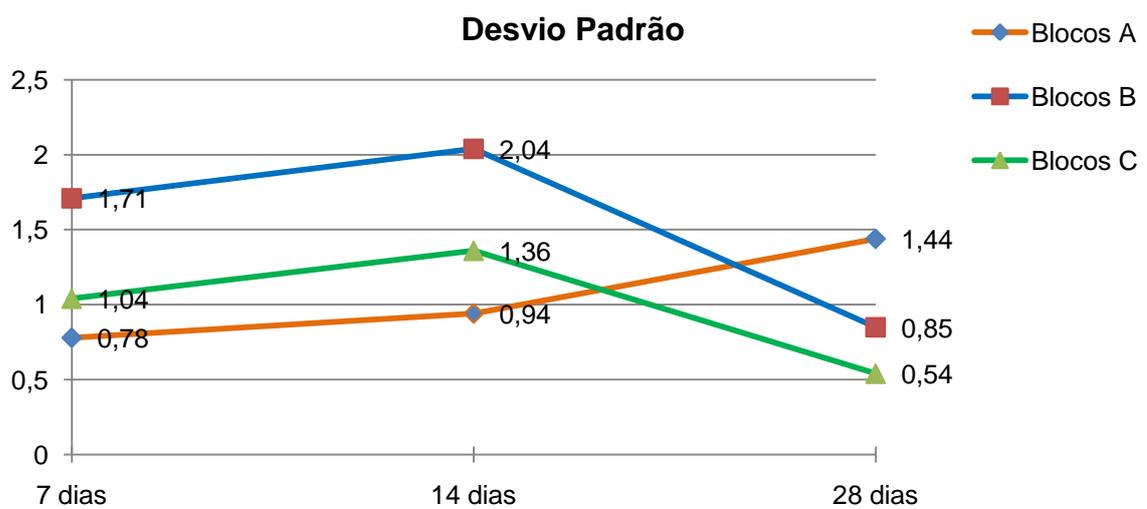
Como a amostra C foi produzida com água proveniente da lagoa de estabilização facultativa, onde há presença de algas (o que pode ser comprovado pela coloração do efluente - Figura 19), é possível que estas, durante o processo produtivo dos blocos, liberem substâncias orgânicas que auxiliem no processo de coesão das partículas fortalecendo a microestrutura interna dos blocos, funcionando como aditivo aglutinador natural para aumento da resistência dos blocos.

Possivelmente a matéria orgânica presente na água promoveu uma interação interfacial entre os aglomerados resultando em maiores valores de ensaios de compressão quando comparado com a amostra A. Sugere-se que esta hipótese, em estudos futuros, seja melhor investigada.

**Gráfico 8 - Comparativo: resistência à compressão**

Fonte: Autora, 2014

O gráfico 9 apresenta o desvio padrão relativo à resistência à compressão das amostras **A**, **B** e **C** aos 7, 14 e 28 dias.

**Gráfico 9 - Desvio padrão**

Fonte: Autora, 2014

Nas Figuras 32 e 33 pode-se observar o bloco após o rompimento na prensa hidráulica para o ensaio de resistência.

**Figura 32-** Bloco após o rompimento na prensa



**Fonte:** Autora, 2014

**Figura 33 -** Bloco da Amostra B após o rompimento.



**Fonte:** Autora, 2014

## 4.5 SOLUBILIZAÇÃO

Na tabela 23 encontram-se descritos os resultados obtidos no ensaio de solubilização, realizado de acordo com a ABNT NBR 10006:2004 (Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos).

**Tabela 23 – Ensaio de Solubilização**

<b>ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO</b>					
<b>Ensaio</b>	<b>Amostra A</b>	<b>Amostra B</b>	<b>Amostra C</b>	<b>Unidade</b>	<b>Limite aceitável (NBR 10004:2004)</b>
Cloretos	1,91	2,15	1,84	mg/l	250,0 mg/l
Sulfatos	22,9	23,7	15,7	mg/l	250,0 mg/l
Coliformes Totais	<1	<1	<1	UFC/100ml	--

Métodos:

Cloreto – EM 138 QGI (EPA 300.1-1)

Sulfato – EM 138 QGI (EPA 300.1-1)

Coliformes Totais – EM 005 MIC (SMEWW 9222 A,B,C)

Legenda:

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition.

UFC: Unidade formadora de colônia

<X: Em ensaios microbiológicos indicam compatibilidade com ausência de crescimento microbiano na amostra analisada.

**Fonte:** Autora, 2014

Os resultados, que podem ser observados na totalidade no **Anexo F** (Ensaio de Solubilização), mostram que os parâmetros cloreto e sulfato estão bem abaixo dos padrões normatizados pela ABNT NBR 10004:2004 (Resíduos sólidos – classificação).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do esgoto tratado em diversas atividades vem sendo pesquisado como uma forma de regular a oferta e a demanda por água potável para consumo humano e como uma contribuição na minimização de impactos ao meio ambiente causados pelo descarte dos esgotos nos corpos d'água, possibilitando-se assim um melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

Os avanços tecnológicos tem possibilitado o desenvolvimento de tratamentos adequados à utilização do esgoto e que atendam às exigências das normas ambientais, garantindo a segurança e a saúde dos usuários. É importante considerar também a distribuição do esgoto tratado e a continuidade do abastecimento, mantendo a qualidade requerida.

Nesta pesquisa buscou-se avaliar a utilização do esgoto tratado por estações de tratamento de esgoto biológicas (ETEs) na fabricação dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria, comparando os resultados com os de blocos fabricados com água subterrânea (amostra branca), como uma opção para utilização na construção civil de um componente que gere menos impacto ao meio ambiente, conciliando os aspectos ambiental, econômico e social.

A pesquisa envolveu a coleta e análise do esgoto tratado e da água subterrânea, a fabricação dos blocos com o material coletado e ensaios de análise dimensional, absorção, área líquida, resistência à compressão e solubilização, sendo este último utilizado para avaliação de impactos ao meio ambiente.

A comparação dos resultados obtidos nos ensaios revelou a possibilidade da utilização do esgoto tratado para fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria.

### 5.1 CONCLUSÕES

O objetivo proposto nesta pesquisa foi atendido com êxito. Observou-se, de acordo com os critérios das análises realizadas, que os blocos feitos com esgoto tratado apresentaram conformidade com os requisitos da NBR 6136:2014 e melhores resultados do que os fabricados com água subterrânea, o que pode viabilizar o reúso do efluente tratado, tendo como consequência a maximização do

uso dos recursos hídricos e práticas favoráveis ao desenvolvimento sustentável da construção civil e à proteção ao meio ambiente.

O desempenho dos blocos fabricados com o esgoto tratado foi positivo para sua aplicação na alvenaria. Em relação aos riscos à saúde, o processo utilizado para fabricação dos blocos, neste estudo, foi totalmente automatizado, ou seja, não houve contato manual do operário no processo de fabricação. Em caso de utilização do processo manual, recomenda-se trabalhar com efluente tratado por ETEs mais eficientes em termos de remoção de carga orgânica e coliformes.

## 5.2 CONTRIBUIÇÕES

Pesquisas por alternativas que possibilitem um melhor gerenciamento dos recursos hídricos vêm sendo desenvolvidas na tentativa de solucionar os problemas causados pela escassez de água em diversas regiões do Brasil. Muitos estudos apontam para o reúso em atividades agrícolas e industriais. No entanto, não foram encontrados, na literatura, estudos sobre o uso de esgoto tratado em substituição à água no preparo do concreto para fabricação de blocos vazados para utilização em alvenarias.

Esta pesquisa tratou especificamente do uso do esgoto tratado para aplicação na fabricação de blocos vazados de concreto, empregados na elevação de alvenarias e apresentou resultados que apontam para viabilidade desta alternativa de reúso de água, que pode beneficiar o meio ambiente como um todo e contribuir para que a construção civil utilize componentes mais sustentáveis.

## 5.3 IMPACTOS DA PESQUISA

O uso de esgoto tratado em substituição à água na preparo do concreto para fabricação dos blocos vazados para alvenaria de vedação e estrutural revela-se como uma inovação para o setor da construção civil, ampliando os benefícios no processo de racionalização da alvenaria ao agregar o valor da utilização de componentes mais sustentáveis, abrangendo os aspectos econômicos, ambientais e sociais, pois além do menor valor comercial, o reúso possibilita a utilização de água potável apenas para consumo humano, a redução do lançamento de esgotos nos

corpos d'água e a melhoria dos sistemas de tratamento de esgoto, beneficiando as indústrias, a população e o meio ambiente como um todo.

#### 5.4 ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA

Espera-se que os resultados obtidos neste trabalho estimulem novas pesquisas para utilização de efluentes tratados também em outros componentes da construção civil, tais como os pré-moldados de concreto, entre outros.

Sugere-se um aprofundamento nas análises químicas do esgoto tratado e na eficiência da tratabilidade e variabilidade das estações de tratamento para estudos sobre a viabilidade de uso de esgoto tratado em substituição à água de amassamento de concreto armado, evitando que concentrações de sulfato, por exemplo, comprometam a estrutura.

São necessários também estudos sobre a logística do fornecimento do esgoto tratado para o setor da construção civil, com foco na manutenção e qualidade do fornecimento, além da aplicabilidade de legislações que regulamentem a segurança e a saúde de operadores e usuários dos efluentes tratados.

Os resultados de resistência à compressão apontaram um considerável aumento de resistência nos blocos fabricados com o efluente tratado, o que, comprovado por meio de novas pesquisas, poderá ser utilizado para reavaliar os traços utilizados na fabricação dos blocos e a possibilitar a redução nos insumos utilizados e conseqüentemente uma diminuição dos custos de fabricação.

Novos estudos poderão também apontar as causas do aumento da resistência à compressão e dos menores índices de absorção apresentados nos blocos fabricados com efluente tratado, uma vez que na literatura não foram encontrados dados que as justificassem.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional/Agência Nacional de Águas**; Engecorps/Cobrape. – Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010.

ALMEIDA, Rodrigo G. **Aspectos legais para água de reúso**. VÉRTICES, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 2, p. 31-43, maio/ago, 2011.

ALVES; Líria. **Demanda Bioquímica de Oxigênio**. 2012. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/demanda-bioquimica-oxigenio.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935**: agregados – terminologia. Rio de Janeiro, 2011. 12 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15900-1**: água de amassamento do concreto – parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 11p.

\_\_\_\_\_. **NBR 12118**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2011. 13 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6136**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria - requisitos. Rio de Janeiro, 2014. 10 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 12209**: elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011. 53 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10006**: procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 3 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

BARBAGALLO, S. et. al. **Waster reuse for irrigation of energy crops**. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería Y Ciencias Hortícolas. Madrid, 26-29 Agosto 2013. Disponível em: <<http://sechaging-adrid2013.org/geystiona/adjs/comunicaciones>>. Acesso em 02 nov. 2014.

BRAGA, Benedito et.al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. – 6<sup>a</sup>. Reimpressão, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n. 430**, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em jul. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **Resolução nº 54**, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br>>. Acesso em: jul.2014.

CHÁVEZ PORRAS, Álvaro. **Uso de lodo de estação de tratamento de água e agregado reciclado miúdo na fabricação de elementos de alvenaria**. Campinas, SP, 2007. 213p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil. UNICAMP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document>>. Acesso em 04 out. 2014.

CHERNICHARO, Carlos et. al. **Pós-tratamento de efluentes anaeróbios por sistemas de desinfecção**. 2001. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-7.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2014

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS (COPASA) – Águas Minerais de Minas S/A - **Processos de Tratamento**. Disponível em : <<http://www.copasa.com.br>>. Acesso em out. 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI); Câmara BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Construção Verde: Desenvolvimento com Sustentabilidade**. Brasília, 2012. 69 p. (Cadernos setoriais Rio+20). Disponível em: <<http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo.pdf>>. Acesso em ago. 2014.

COSTA, Zailton V. B. da et. al. Efeito da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho no assentamento Milagres (Apodi-RN). **Revista Ambiente e Água**. Vol. 9 n. 4. Taubaté – Out./ Dez. 2014. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net>>. Acesso em 02 nov.2014.

DUARTE, Anamaria S. et. al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**

**Ambiental**. Vol.12. n.3. Campina Grande. Mai/Jun, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 04 nov. 2014.

DUARTE, Ronaldo Bastos. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural**. Porto Alegre: 1999. 79p.

EMBASA. **Ações da Embasa em Salvador**. Salvador, Bahia, 2013. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br> >. Acesso em nov. 2014.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Orientações básicas para operação de estações de tratamento de esgoto**. Belo Horizonte, 2006. 52p.; il.

FERNANDES, Idário D. **Blocos e Pavers – Produção e Controle de Qualidade**. Editora: Treino - Assessorias e Treinamentos Empresariais Ltda. Edição 03 – 182 p. Santa Catarina, 2012.

FIORITI, César Fabiano; AKASAKI, Jorge Luís. **Fabricação de blocos de concreto com resíduos de borracha de pneus**. Universidade Estadual Paulista – Campus Ilha Solteira, 2003. Disponível em: <<http://sustentabilidade.jimdo.com> >. Acesso em out. 2014.

FLORENCIO, Lourdinha; BASTOS, Rafael K.X.; AISSE, Miguel M. (Coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006 – 427 p.:il – Projeto PROSAB (Programa de Pesquisas em Saneamento Básico)- Edital 04.

GIACOBBO, Alexandre. **Biorreator à membrana aplicado ao tratamento de efluentes**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br>>. Acesso em 16 nov. 2014.

GÖHRINGER, Simone S. **Uso urbano não potável de efluentes de estações de tratamento de esgoto sanitário: estudo de caso: Município de Campo Largo – PR**. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2006. 216, [19] f.: il. Curitiba, 2006. Disponível em: < <http://livros01.livrosgratis.com.br>>. Acesso em 02 nov. 2014.

GOMES, Sandra R. F. **Tratamento de efluentes para reúso de água: estudo de caso de uma indústria petroquímica**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2012. 143 f.

Disponível em: <<http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/pos-graduacao/trabalhos-academicos/dissertacoes/tecnologias-ambientais/2012>>. Acesso em 04 nov. 2014.

HESPANHOL, Ivanildo.(coord.); *et. al.* **Manual de Conservação e Reúso de água na Indústria. Centro Internacional de Referência em Reúso de Água – CIRRA/IRCWR - Sistema FIRJAN.** Rio de Janeiro, 2006. 1ª. Edição.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. RBRH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, 75-95. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br>>. Acesso em nov. 2014.

ISQUIERDO, Indara Soto. **Uso de fibra natural de sisal em blocos de concreto para alvenaria estrutural.** Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses](http://www.teses.usp.br/teses)>. Acesso em 22 set. 2014.

KAOSOL, Thaniya. **Reuse water treatment sludge for hollow concrete block manufacture.** International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB), 23-24 July 2009, Mahasarakham University, Thailand. Disponível em: <<http://www.swm.eng.psu.ac.th/pub/pub-2009-p3.pdf>> . Acesso em 09 de set. 2014.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e execução de alvenaria estrutural – São Paulo: O Nome da Rosa,** 2004. Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras.

MIERZWA, José Carlos. **O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria – estudo de caso da Kodak Brasileira.** São Paulo, 2002. 367p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses](http://www.teses.usp.br/teses)>. Acesso em set. 2014.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reúso.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

PÉREZ-CARRIÓN, M. *et.al.* (2014) **Potential use of sewage sludge ash (SSA) as a cement replacement in precast concrete blocks.** Mater. Construcc. 64 [313], e002 Disponível em: <<http://dx.doi.org>> Acesso em set. 2014.

PRUDÊNCIO JR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Florianópolis: Editora Gráfica Pallotti, 2002. 208 p.

RICHTER, Carlos A. **Tratamento de lodo de estações de tratamento de água**. São Paulo: Blucher, 2001.

SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br>>. Acesso 12 out. 2014.

SALES, Ângela. T. C.; SANTOS, Débora. G. **Aplicação de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção em Blocos Pré-Moldados de Vedação**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 2009, Feira de Santana. Porto Alegre: ANTAC, 2009. p. 496-505.

SALGADO, Júlio Cesar Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação** – 2. Ed. Ver. – São Paulo: Érica, 2009.

SANTOS, Ailton D. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em <[www.teses.usp.br/teses](http://www.teses.usp.br/teses)>. Acesso em out. 2014.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Ideias de negócios para 2014 – Construção Civil – Produção de Blocos de Concreto e Similares**. Sílvio Oliveira & Associados (elaborador). Brasília, 2012.

SILVA, Maurício K. da. **Biorreatores com Membranas: uma alternativa para o tratamento de efluentes**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br>>. Acesso em 16 nov. 2014.

TELLO, Rafael; RIBEIRO, Fabiana Batista. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da Construção** - Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção; Serviço Social da Indústria; Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2012. 160p.

VISTA aérea das lagoas de estabilização da ETE Mocambo, Salvador, BA. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em 05 nov. 2014.

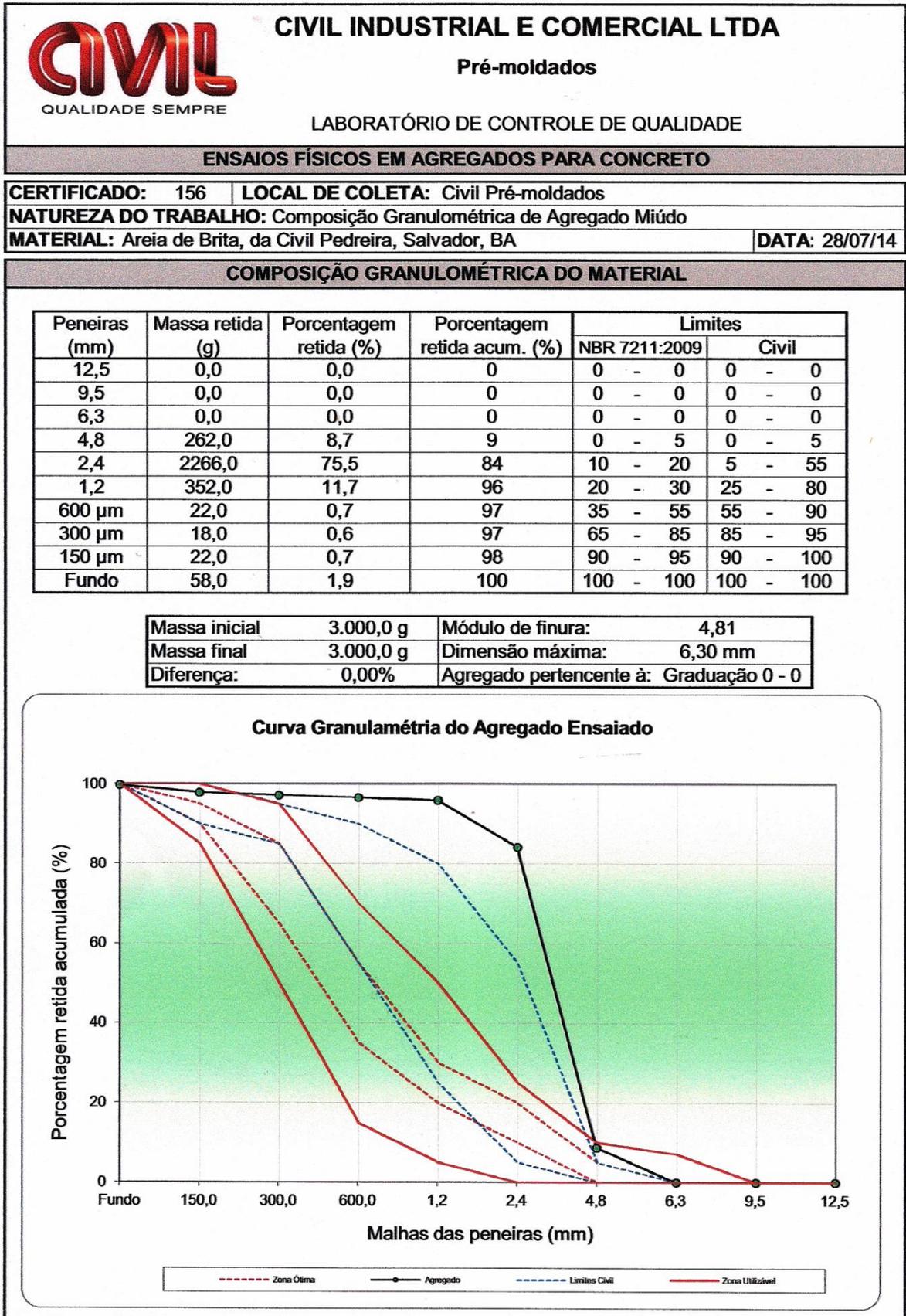
VISVANATHAN, C.; ASANO Takashi. **The Potential for Industrial Wastewater Reuse. Encyclopedia of Life Support Systems.** UNESCO Publication, 2001. Disponível em: <[www.eolss.net/sample-chapters](http://www.eolss.net/sample-chapters)>. Acesso em 12 out. 2014.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. v.1).

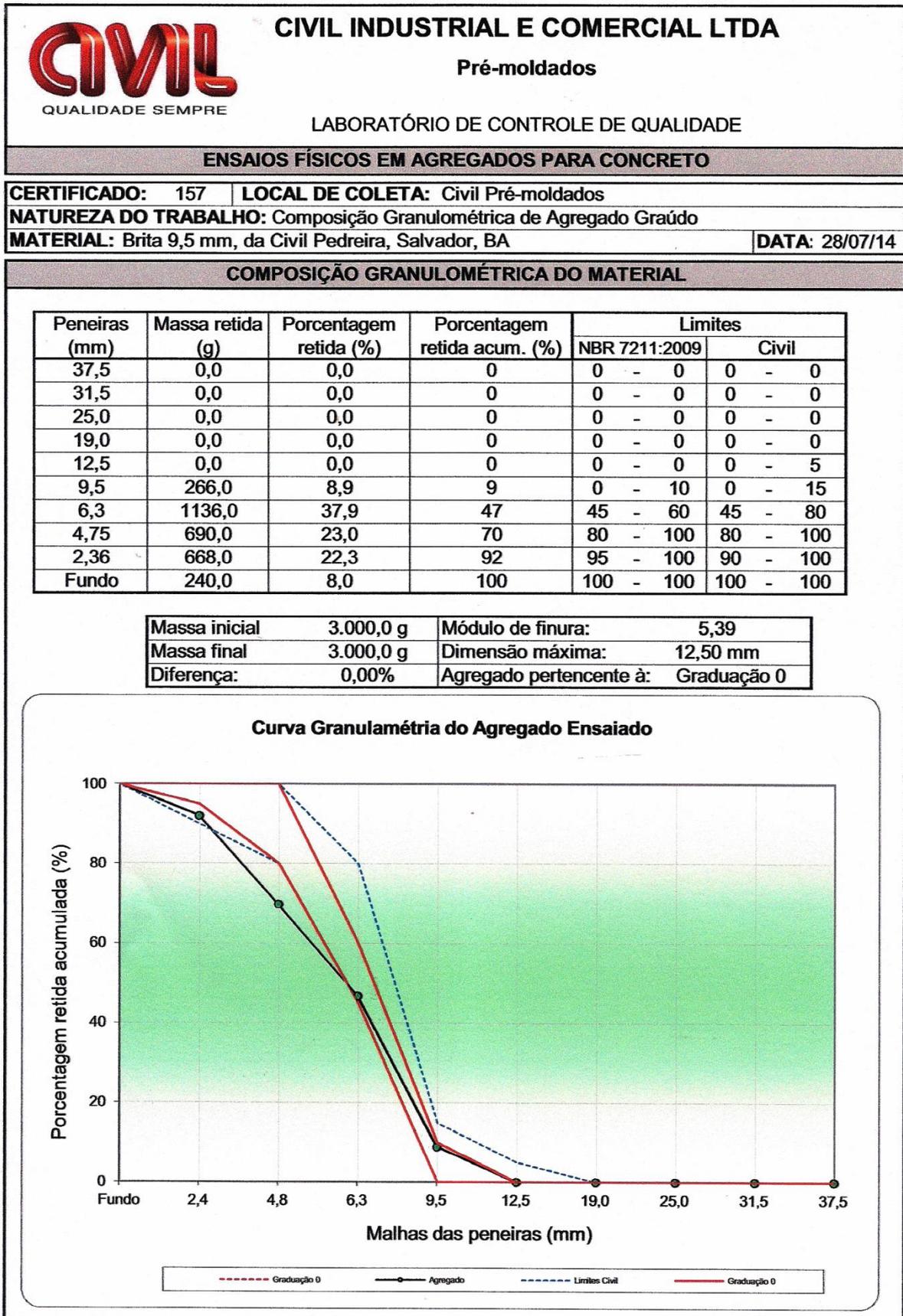
YANCES, Jorge. PRAHL. Sérgio. **Fabricação de blocos de concreto – Um trabalho fácil? Pense duas vezes! FCI – Fábrica de Concreto Internacional – 5, 2010. Revistas Técnicas para a Indústria de Concreto.** Disponível em: <<http://www.cpi-worldwide.com>>. Acesso em 24 ago. 2014.

**ANEXO A – Ensaios Físicos em Agregados para Concreto**

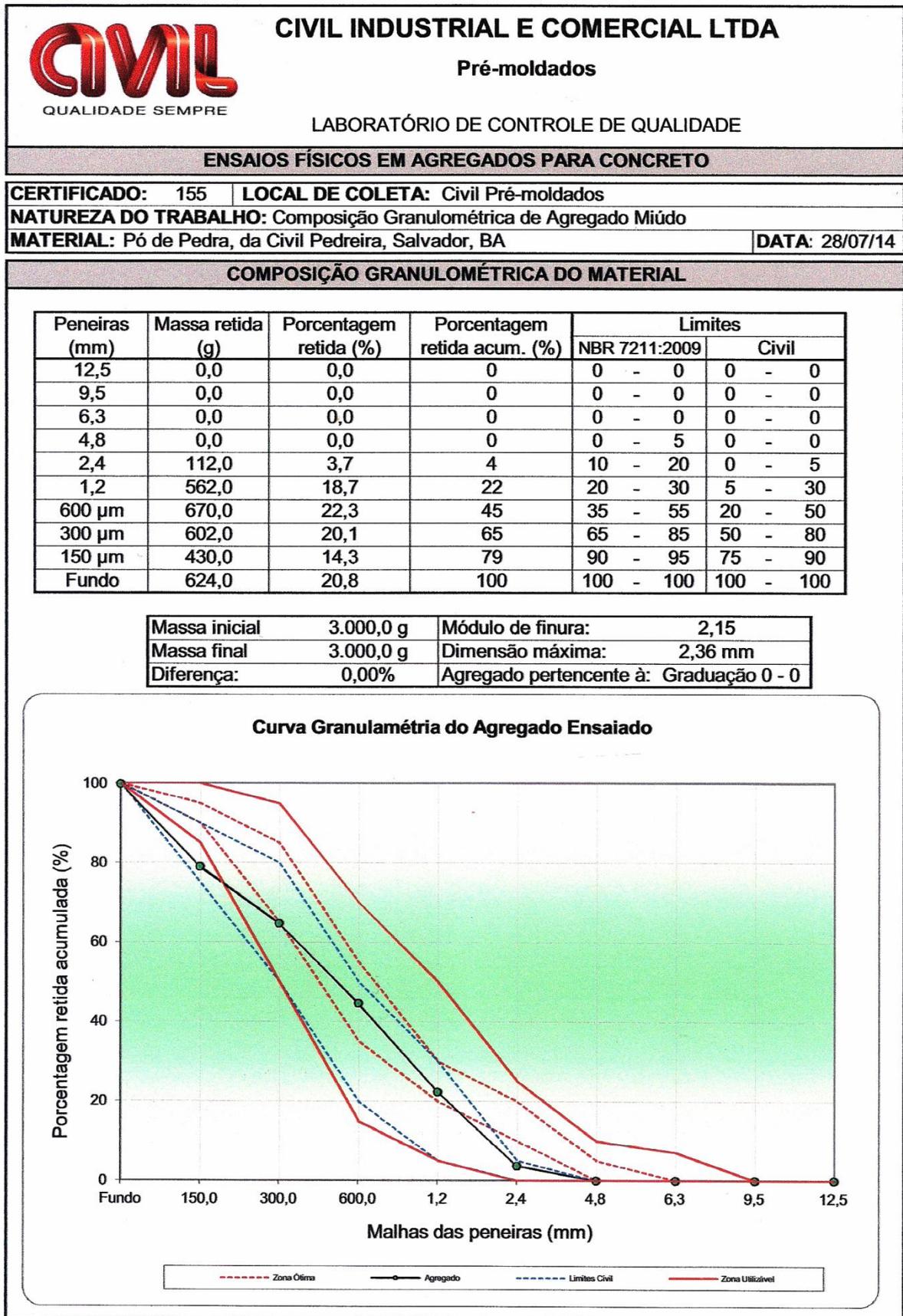
**1 - Areia**



## 2 - Brita 9,5 mm



## 3 - Pó de Pedra



## ANEXO B - Análise Dimensional de Blocos de Concreto

## 1- Blocos Amostra A – 5 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:					
DENISE				F-006 CON					
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:							
A									
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:					
Fabricação: 30/10/2014		01/08/14		05/08/14					
Término de Ensaio: 05/08/14									
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:					
90 x 190 x 190		5 dias		C					
ENSAIO:									
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)									
Equipamento(s):			Umidade Relativa:						
P&D 002 LE									
Temperatura do ambiente:									
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON									
DIMENSÕES (mm)									
CP	Largura (L) (mm)						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	91,24	90,96	90,45	90,38	90,69	90,48	90,70	91,11	0,27
02	90,94	91,03	90,92	90,81	91,00	91,60	91,06		
03	90,51	91,12	91,15	91,45	91,03	91,52	91,13		
04	91,25	91,34	91,13	91,81	91,08	90,95	91,26		
05	91,83	92,11	91,34	91,35	90,99	91,07	91,42		
06								}	
07									
08									
09									
10									
								Média	± DP
CP	Altura (H) (mm)						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	189,05	188,63	188,58	189,61	189,63	189,01	189,08	187,98	1,17
02	186,84	186,61	187,80	186,03	185,87	187,37	186,75		
03	188,47	187,88	187,95	188,59	188,20	189,17	188,38		
04	189,44	188,26	187,55	189,47	190,03	189,09	188,97		
05	186,87	187,10	187,09	186,05	186,40	186,66	186,70		
06								}	
07									
08									
09									
10									
								Média	± DP
CP	Comprimento (C) (mm)						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	190,90	192,09	190,72	190,95	193,42	192,49	191,76	191,00	0,58
02	190,29	190,87	190,88	190,14	190,74	189,72	190,44		
03	190,82	190,84	190,72	192,15	192,24	192,04	191,47		
04	190,73	191,27	189,62	190,71	190,30	190,81	190,57		
05	189,68	191,04	191,12	191,32	191,02	190,05	190,74		
06								}	
07									
08									
09									
10									
								Média	± DP

2 - Blocos Amostra A - 12 dias

SISTEMA FIEB SENAI		Análise Dimensional de Blocos de Concreto (L, H e C)						
CLIENTE: DENISE				Rel.:		SEQUENCIAL:		
CÓDIGO DA AMOSTRA: A				Lote:		F-006 CON		
DATAS: Fabricação: 31/07/14		Recebimento da Amostra: 01/08/14		Início do Ensaio: 12/08/14		Término de Ensaio: 12/08/14		
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190 Idade do CP: 12 dias Classe de Resistência: C								
ENSAIO: ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)								
Equipamento(s): PQD 002 LE				Umidade Relativa: —				
Temperatura do ambiente: 25°C								
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON 2011								
DIMENSÕES (mm)								
CP	Largura (L) (mm)						Média	
	L <sub>1</sub>							
	1	2	3	4	5	6		
01	91,16	90,82	90,39	90,36	90,24	90,19	90,53	91,05
02	90,09	91,05	90,56	90,74	91,16	91,37	90,83	
03	90,56	91,19	91,38	91,41	91,15	91,62	91,22	
04	91,18	91,28	91,10	91,92	91,07	90,86	91,24	
05	91,92	91,99	91,48	91,26	90,69	91,14	91,41	
06	}							Média ± DP
07	}							
08	}							
09	}							
10	}							
CP	Altura (H) (mm)						Média	
	H <sub>1</sub>							
	1	2	3	4	5	6		
01	189,09	188,53	188,63	189,52	189,11	189,56	189,07	187,95
02	186,92	186,39	187,92	185,69	187,42	185,73	186,68	
03	188,53	187,71	187,99	188,32	189,24	188,09	188,31	
04	189,48	188,24	187,66	189,39	189,15	190,01	188,99	
05	186,92	187,01	187,15	186,03	186,72	186,39	186,70	
06	}							Média ± DP
07	}							
08	}							
09	}							
10	}							
CP	Comprimento (C) (mm)						Média	
	C <sub>1</sub>							
	1	2	3	4	5	6		
01	190,83	190,83	192,01	190,99	193,36	192,36	191,73	190,97
02	190,19	190,94	190,69	190,19	190,69	189,20	190,40	
03	190,74	190,79	190,73	192,23	192,16	191,99	191,44	
04	190,68	189,73	191,25	190,83	190,23	190,89	190,60	
05	189,62	191,16	190,99	191,39	190,89	190,16	190,70	
06	}							Média ± DP
07	}							
08	}							
09	}							
10	}							

## 3 - Blocos Amostra A - 25 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:					
DENISE				F-006 CON					
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:							
A									
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:					
Fabricação: 31/07/14		01/08/14		25/08/14					
Término de Ensaio: 25/08/14									
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:					
90 x 190 x 190									
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)									
Equipamento(s):		Umidade Relativa:							
PVD 002 LC		60							
Temperatura do ambiente:									
25°C									
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON									
DIMENSÕES (mm)									
Largura (L) (mm)									
CP	L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>			Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	90,40	90,61	90,91	90,60	90,90	91,12	90,76	90,62	0,12
02	90,94	90,86	90,74	90,27	90,17	90,15	90,52		
03	90,66	91,06	90,28	90,39	90,67	89,93	90,50		
04	90,72	91,05	90,80	90,51	90,75	90,63	90,74		
05	90,84	91,10	90,48	90,21	90,77	90,08	90,58		
06								Média	± DP
07									
08									
09									
10									
Altura (H) (mm)									
CP	H <sub>1</sub>			H <sub>2</sub>			Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	188,50	188,78	189,13	188,82	188,09	188,78	188,68	188,52	0,67
02	188,41	187,30	187,37	188,24	188,14	188,72	188,03		
03	190,26	189,38	189,64	189,37	188,76	190,04	189,58		
04	188,43	186,91	187,31	188,12	187,72	188,92	187,90		
05	189,00	185,39	189,76	189,74	188,32	188,28	188,42		
06								Média	± DP
07									
08									
09									
10									
Comprimento (C) (mm)									
CP	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	192,21	192,21	190,82	190,40	190,09	189,06	190,80	191,17	0,52
02	191,23	191,96	191,46	191,15	191,32	191,09	191,37		
03	191,66	192,85	192,07	190,79	191,38	190,60	191,48		
04	189,02	191,16	190,00	190,56	191,19	190,31	190,47		
05	192,03	193,12	192,29	190,54	191,88	190,65	191,75		
06								Média	± DP
07									
08									
09									
10									

4- Blocos Amostra B – 5 dias



**Análise Dimensional de Blocos de Concreto (L, H e C)**

CLIENTE: <b>DENISE</b>				Rel.:		SEQUENCIAL:	
CÓDIGO DA AMOSTRA: <b>e</b>				Lote:		F-006 CON	
DATAS: Fabricação: <b>31/07/14</b>		Recebimento da Amostra: <b>01/08/14</b>		Início do Ensaio: <b>05/08/14</b>		Término de Ensaio: <b>05/08/14</b>	
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <b>90 x 190 x 190</b>				Idade do CP: <b>05 dias</b>		Classe de Resistência: <b>e</b>	
ENSAIO: <b>ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)</b>							
Equipamento(s): <b>PAD 002LE</b>				Umidade Relativa: <b>—</b>			
Temperatura do ambiente: <b>25°C</b>							

**ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON**

DIMENSÕES (mm)								Média	± DP	
CP	Largura (L) (mm)						Média			± DP
	L <sub>1</sub>		L <sub>2</sub>		L <sub>3</sub>					
	1	2	3	4	5	6				
01	90,86	91,33	91,49	91,38	91,44	91,06	91,26	91,27	0,12	
02	91,20	91,54	90,90	91,03	91,55	90,66	91,15			
03	91,40	92,03	90,97	91,61	91,61	91,02	91,47			
04	91,57	91,34	90,74	90,52	91,52	91,78	91,24			
05	91,47	91,54	90,68	91,56	91,41	90,77	91,24			
06								Média	± DP	
07										
08										
09										
10										

Altura (H) (mm)								Média	± DP	
CP	H <sub>1</sub>			H <sub>2</sub>			Média			± DP
	1	2	3	4	5	6				
01	183,61	184,77	182,02	184,14	183,89	185,05	183,41	185,42	2,12	
02	186,89	186,30	186,36	185,18	185,81	188,44	186,55			
03	185,39	183,37	184,89	186,57	184,72	185,37	185,05			
04	188,33	188,25	189,02	189,08	188,07	188,02	188,46			
05	184,07	182,33	182,92	183,35	184,16	184,84	183,61			
06								Média	± DP	
07										
08										
09										
10										

Comprimento (C) (mm)								Média	± DP	
CP	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			Média			± DP
	1	2	3	4	5	6				
01	191,44	192,46	190,43	190,72	191,91	191,12	191,35	191,36	0,46	
02	191,05	192,56	190,91	192,43	193,75	191,80	192,08			
03	190,00	191,55	191,06	190,30	191,54	190,68	190,86			
04	191,16	192,55	192,67	189,86	191,16	191,19	191,43			
05	190,45	191,45	190,28	191,05	192,39	190,88	191,08			
06								Média	± DP	
07										
08										
09										
10										

5 - Blocos Amostra B - 12 dias

FIEB SENAI		Análise Dimensional de Blocos de Concreto (L, H e C)							
CLIENTE: DENISE			Rel.:		SEQUENCIAL:				
CÓDIGO DA AMOSTRA: B			Lote:		F-006 CON				
DATAS:	Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 08/08/14	Término de Ensaio: 12/08/14					
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 90			Idade do CP: 12 dias	Classe de Resistência: E					
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)									
Equipamento(s): PQD 002LE			Umidade Relativa:						
Temperatura do ambiente: 25°C									
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON									
DIMENSÕES (mm)									
Largura (L) (mm)									
CP	L <sub>1</sub>						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	90,88	91,44	91,37	91,33	91,00	91,42	91,24	91,26	0,12
02	91,24	90,86	91,59	91,00	90,72	91,57	91,15		
03	91,46	90,87	92,07	91,56	91,26	91,59	91,47		
04	91,59	90,70	91,36	90,41	91,81	91,60	91,24		
05	91,50	90,62	91,56	91,50	90,80	91,37	91,22		
06							}		
07									
08									
09									
10							Média	± DP	
Altura (H) (mm)									
CP	H <sub>1</sub>			H <sub>2</sub>			Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	181,61	183,64	182,00	183,18	185,91	184,01	183,39	185,40	2,12
02	186,23	186,93	186,31	185,21	188,82	185,41	186,48		
03	183,29	185,46	184,82	184,68	185,75	186,33	185,06		
04	188,21	186,37	189,01	188,16	188,10	189,00	188,48		
05	182,26	184,12	182,186	184,41	184,21	183,33	183,60		
06							}		
07									
08									
09									
10							Média	± DP	
Comprimento (C) (mm)									
CP	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	191,41	191,51	191,86	192,47	191,03	190,46	191,46	191,54	0,46
02	193,62	191,16	193,69	192,59	191,71	190,99	192,29		
03	191,50	190,09	191,46	191,59	190,58	191,15	191,06		
04	191,03	191,22	191,02	192,63	191,06	192,76	191,62		
05	192,19	190,50	192,33	191,64	190,76	190,34	191,29		
06							}		
07									
08									
09									
10							Média	± DP	

6 - Blocos Amostra B - 25 dias

									
Análise Dimensional de Blocos de Concreto (L, H e C)									
CLIENTE: DENISE	Rel.: _____	SEQUENCIAL: F-006 CON							
CÓDIGO DA AMOSTRA: B	Lote: _____								
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 27/08/14							
		Término de Ensaio: 27/08/14							
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190		Idade do CP: _____							
ENSAIO: ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)		Classe de Resistência: _____							
Equipamento(s): _____									
Temperatura do ambiente: 25°C		Umidade Relativa: 60							
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON									
DIMENSÕES (mm)									
CP	Largura (L) (mm)						Média		
	L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6			
01	91,04	91,15	91,59	90,38	90,78	90,28	90,87	90,99	0,31
02	90,76	91,34	91,39	91,01	91,38	91,81	91,28		
03	90,82	91,20	91,34	90,27	90,38	90,71	90,79		
04	91,20	91,80	91,34	90,96	91,06	91,79	91,36		
05	90,87	91,13	91,01	90,10	90,53	90,30	90,66		
06	}								
07	}								
08	}								
09	}								
10	}						Média	± DP	
CP	Altura (H) (mm)						Média		
	H <sub>1</sub>			H <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6			
01	188,22	188,70	188,35	188,27	187,20	187,46	188,03	187,19	1,42
02	188,32	187,28	188,29	188,38	187,46	187,44	187,86		
03	184,19	183,79	185,48	184,92	184,78	185,55	184,78		
04	187,65	186,77	188,42	189,37	188,28	188,78	188,22		
05	187,58	187,05	187,35	186,69	186,89	186,85	187,07		
06	}								
07	}								
08	}								
09	}								
10	}						Média	± DP	
CP	Comprimento (C) (mm)						Média		
	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6			
01	190,28	191,14	190,58	189,20	190,33	189,65	190,20	190,67	0,64
02	189,88	190,49	190,22	189,55	190,27	189,60	190,00		
03	190,96	192,47	191,91	190,03	191,21	191,34	191,32		
04	189,85	190,90	189,38	190,66	191,30	190,74	190,47		
05	190,93	192,37	191,77	190,25	191,74	191,19	191,38		
06	}								
07	}								
08	}								
09	}								
10	}						Média	± DP	

7 - Blocos Amostra C - 5 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:					
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:		F-006 CON					
DATAS:		Fabricação:	Recebimento da Amostra:	Início do Ensaio:	Término de Ensaio:				
		31/07/14	01/08/14	05/08/14	05/08/14				
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:					
90 x 190 x 190		5 dias		C					
ENSAIO: ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)									
Equipamento(s):		Umidade Relativa: -							
Temperatura do ambiente: 25°C									
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H e C)									
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON									
DIMENSÕES (mm)									
Largura (L) (mm)									
CP	L <sub>1</sub>						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	91,35	91,92	91,13	91,94	91,46	92,47	91,71	91,74	0,09
02	91,46	91,97	91,26	91,71	92,28	91,90	91,76		
03	91,77	91,97	92,19	92,21	91,92	91,18	91,87		
04	91,70	92,43	91,05	92,97	91,95	91,61	91,62		
05	92,05	92,67	90,97	91,89	91,60	91,35	91,76		
06									
07									
08									
09									
10								Média	± DP
Altura (H) (mm)									
CP	H <sub>1</sub>						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	189,59	188,51	187,56	188,79	188,95	187,98	188,56	188,69	0,50
02	189,55	189,27	189,35	188,83	188,93	188,84	189,13		
03	188,46	189,41	189,33	189,19	189,88	189,74	189,34		
04	189,60	189,64	189,56	188,00	186,99	187,96	188,62		
05	186,93	186,83	187,69	188,34	187,68	189,43	187,82		
06									
07									
08									
09									
10								Média	± DP
Comprimento (C) (mm)									
CP	C <sub>1</sub>						Média		
	1	2	3	4	5	6			
01	191,28	191,80	191,50	190,65	192,12	191,34	191,45	191,27	0,18
02	190,69	191,54	191,48	191,26	192,38	191,09	191,41		
03	191,76	191,88	191,04	190,47	191,39	189,92	191,07		
04	190,64	191,27	190,02	191,60	192,24	190,72	191,08		
05	190,79	192,75	191,27	191,28	191,61	190,34	191,34		
06									
07									
08									
09									
10								Média	± DP

8 - Blocos Amostra C - 12 dias

FIEB SENAI		Análise Dimensional de Blocos de Concreto (L, H e C)						
CLIENTE: DENISE		Rel.:		SEQUENCIAL:				
CÓDIGO DA AMOSTRA: C		Lote:		F-006 CON				
DATAS: Fabricação: 31/07/14		Recebimento da Amostra: 01/08/14		Início do Ensaio: 12/08/14				
				Término de Ensaio: 12/08/14				
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190		Idade do CP: 12 dias		Classe de Resistência: C				
ENSAIO: ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)								
Equipamento(s): PQD 002 LE								
Temperatura do ambiente: 25°C				Umidade Relativa: <				
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON								
DIMENSÕES (mm)								
CP	Largura (L) (mm)						Média	± DP
	L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>				
	1	2	3	4	5	6		
01	91,72	91,53	91,56	91,63	91,80	91,77	91,79	0,12
02	91,83	91,78	92,32	91,86	91,54	92,70		
03	91,62	91,98	92,46	91,89	91,48	91,35		
04	91,83	91,76	91,64	91,95	91,96	91,41		
05	91,37	91,60	91,92	91,88	91,82	91,83		
06							Média	± DP
07								
08								
09								
10								
CP	Altura (H) (mm)						Média	± DP
	H <sub>1</sub>			H <sub>2</sub>				
	1	2	3	4	5	6		
01	189,56	188,37	188,54	188,97	188,67	187,24	188,84	0,68
02	189,38	189,76	189,74	188,70	188,99	188,51		
03	189,64	189,70	189,48	189,79	188,63	189,56		
04	189,59	189,76	189,72	189,91	187,47	188,68		
05	187,00	186,69	187,88	188,95	187,38	188,72		
06							Média	± DP
07								
08								
09								
10								
CP	Comprimento (C) (mm)						Média	± DP
	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>				
	1	2	3	4	5	6		
01	191,60	191,35	191,50	192,81	191,73	191,32	191,48	0,27
02	190,24	191,61	191,48	192,48	191,47	191,98		
03	190,62	191,63	191,71	192,49	192,00	191,97		
04	191,59	191,78	190,40	191,79	189,77	191,49		
05	190,90	191,18	191,17	191,50	191,93	190,84		
06							Média	± DP
07								
08								
09								
10								

9 - Blocos Amostra C – 25 dias

Análise Dimensional de Blocos de Concreto (L, H e C)									
CLIENTE: DENISE	Rel.: _____								
CÓDIGO DA AMOSTRA: e	Lote: _____								
SEQUENCIAL: F-006 CON									
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14								
Início do Ensaio: 27/08/14	Término de Ensaio: 27/08/14								
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190 Idade do CP: _____ Classe de Resistência: _____									
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO (L, H E C)									
Equipamento(s): PqD 002 Le	Umidade Relativa: 60								
Temperatura do ambiente: 25°C									
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON									
DIMENSÕES (mm)									
CP	Largura (L) (mm)						Média		
	L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6			
01	90,87	92,14	91,20	91,07	91,38	91,15	91,30	91,28	0,34
02	91,29	92,20	91,32	90,86	92,31	91,48	91,58		
03	91,75	92,32	90,83	90,84	92,06	90,79	91,43		
04	90,91	91,01	90,74	90,36	90,07	90,49	90,70		
05	90,61	92,15	91,66	91,10	91,59	91,11	91,37		
06							}	Média	± DP
07									
08									
09									
10									
CP	Altura (H) (mm)						Média		
	H <sub>1</sub>			H <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6			
01	187,50	186,49	187,48	187,77	186,94	187,87	187,35	188,23	1,81
02	189,75	187,88	189,16	191,10	190,59	191,07	189,92		
03	190,80	190,41	189,87	190,31	190,53	190,17	190,35		
04	185,78	185,40	185,42	187,49	186,55	186,52	186,19		
05	187,78	186,76	187,34	187,54	187,55	186,94	187,32		
06							}	Média	± DP
07									
08									
09									
10									
CP	Comprimento (C) (mm)						Média		
	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6			
01	189,89	191,97	191,40	190,06	191,32	190,51	190,92	190,85	0,25
02	190,35	192,29	191,68	188,70	190,58	191,76	190,96		
03	189,99	191,53	191,78	189,77	190,02	190,02	190,62		
04	191,03	191,91	190,81	189,33	190,51	189,82	190,57		
05	190,04	191,81	191,00	191,95	191,51	190,72	191,17		
06							}	Média	± DP
07									
08									
09									
10									

## ANEXO C - Análise Dimensional de Blocos de Concreto: Espessura das Paredes

### 1 - Blocos Amostra A – 5 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: DENISE						Ref.:		SEQUENCIAL: F-012 CON	
CÓDIGO DA AMOSTRA: A						Lote:			
DATAS: Fabricação: 31/07/14		Recebimento da Amostra: 01/08/14		Início do Ensaio: 05/08/14		Término de Ensaio: 05/08/14			
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190				Idade do CP: 5 dias		Classe de Resistência: C			
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES									
ENSAIO:									
Equipamento(s): PQD 002 L R						Umidade Relativa: —			
Temperatura do ambiente: 25°C									

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON

CP	Espessuras de paredes (mm)										Espessura Equiv. (mm/m <sup>2</sup> )	Menor dimensão do furo	
	Longitudinal					Transversal						Longitudinal	Transversal
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor	Soma			
01	21,73	21,33	21,14	20,94	20,94	21,10	21,16		21,10	42,26	222	140,04	39,43
02	20,77	20,78	21,17	21,12	20,77	19,92	20,46		19,92	40,38	212	140,00	39,01
03	20,57	20,59	20,48	20,93	20,48	20,33	20,48		20,48	41,31	217	140,02	39,61
04	20,98	21,03	21,24	21,59	20,98	20,68	20,04		20,04	40,72	214	140,20	39,46
05	20,99	21,23	20,88	21,24	20,88	20,12	20,02		20,02	40,14	211	139,06	39,54
06													
07													
08													
09													
10													
Média					20,81				20,31	40,96	215	139,86	39,01

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (✓) Não ( )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

## 2 - Blocos Amostra A – 12 dias

Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)													
CLIENTE: <u>DEMSE</u>										Rel.:		SEQUENCIAL:	
CÓDIGO DA AMOSTRA: <u>A</u>										Lote:		F-012 CON	
DATAS:	Fabricação: <u>31/07/14</u>			Recebimento da Amostra: <u>01/08/14</u>			Início do Ensaio: <u>12/08/14</u>			Término de Ensaio: <u>12/08/14</u>			
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <u>90 x 190 x 190</u>				Idade do CP: <u>12 dias</u>				Classe de Resistência: <u>C</u>					
ENSAIO: <u>ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES</u>													
Equipamento(s): <u>PQB 002 Le</u>										Umidade Relativa: <u>-</u>			
Temperatura do ambiente: <u>25°C</u>													
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON													
CP	Espessuras de paredes (mm)									Espessura Equiv. (mm/m²)	Menor dimensão do furo		
	Longitudinal					Transversal					Longitudinal	Transversal	
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor				Soma
01	21,64	21,34	21,12	20,96	20,96	21,09	21,18		21,09	42,27	222	140,01	39,39
02	20,73	20,80	21,16	21,16	20,73	19,93	20,45		19,93	40,38	212	140,00	39,02
03	20,59	20,62	20,36	20,99	20,36	20,86	20,48		20,48	41,34	218	140,06	39,63
04	20,83	21,06	21,19	21,92	20,83	20,69	20,02		20,02	40,71	214	140,23	39,41
05	20,86	21,26	20,79	21,26	20,79	20,14	20,03		20,03	40,17	211	139,09	39,53
06													
07													
08													
09													
10													
Média					20,73				20,31	40,97	215	139,88	39,40
Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (✓) Não ( )													
*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)													

3 - Blocos Amostra A – 25 dias

 Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)													
CLIENTE: <u>DEMISE</u>										Rel.:		SEQUENCIAL:	
CÓDIGO DA AMOSTRA: <u>A</u>										Lote:		F-012 CON	
DATAS:		Fabricação: <u>31/07/14</u>		Recebimento da Amostra: <u>01/08/14</u>		Início do Ensaio: <u>27/08/14</u>		Término de Ensaio: <u>27/08/14</u>					
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <u>90 x 190 x 190</u>										Idade do CP: <u>27 dias</u>		Classe de Resistência: <u>e</u>	
ENSAIO: <u>ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES</u>													
Equipamento(s): <u>P00 00269</u>										Umidade Relativa: <u>—</u>			
Temperatura do ambiente: <u>25°C</u>													
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON													
CP	Espessuras de paredes (mm)										Espessura Equiv. (mm <sup>2</sup> )	Menor dimensão do furo	
	Longitudinal					Transversal						Longitudinal	Transversal
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor	Soma			
01	20,33	20,75	20,98	20,44	20,33	21,07	19,51		19,51	40,58	214	139,94	40,03
02	20,61	20,55	20,55	21,04	20,55	20,96	20,90		20,90	41,86	220	140,02	40,16
03	20,83	20,57	21,20	20,94	20,83	20,76	20,94		20,76	41,70	219	143,03	39,78
04	21,24	20,88	20,26	20,33	20,26	20,98	20,07		20,07	41,05	216	139,73	40,16
05	21,26	20,94	20,91	21,00	20,91	20,55	20,79		20,55	41,34	218	140,56	39,66
06													
07													
08													
09													
10													
Média					20,58				20,36	41,31	217	140,66	39,96
Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (X) Não ( )													
*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)													

4 - Blocos Amostra B – 5 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: <u>DENISE</u>		Rel.:	SEQUENCIAL: F-012 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: <u>B</u>		Lote:	
DATAS:	Fabricação: <u>31/07/14</u>	Recebimento da Amostra: <u>01/08/14</u>	Início do Ensaio: <u>05/08/14</u>   Término de Ensaio: <u>05/08/14</u>
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <u>90x190x190</u>		Idade do CP: <u>5 dias</u>	Classe de Resistência: <u>e</u>
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES			
Equipamento(s): <u>PQ0002L2</u>		Umidade Relativa: <u>—</u>	
Temperatura do ambiente: <u>25,0°C</u>			

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON

CP	Espessuras de paredes (mm)								Espessura Equiv. (mm/m <sup>3</sup> )	Menor dimensão do furo			
	Longitudinal				Transversal					Soma	Longitudinal	Transversal	
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3					< Valor
01	21,21	21,12	21,26	20,61	20,61	21,27	20,50		20,50	41,77	2,20	140,32	39,30
02	21,12	21,05	21,05	21,49	21,05	21,42	20,73		20,73	42,15	2,22	140,00	38,22
03	21,17	21,45	20,81	21,14	20,81	20,47	20,05		20,05	40,52	2,13	139,19	37,46
04	20,79	20,33	20,48	20,26	20,26	21,08	19,95		19,95	41,03	2,16	140,98	37,30
05	20,96	21,08	21,07	20,79	20,79	20,46	19,67		19,67	39,13	2,10	139,97	37,81
06													
07													
08													
09													
10													
Média					20,86				20,14	41,08	2,16	140,09	38,02

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (X) Não ( )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

5 - Blocos Amostra B – 12 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: <u>DEMISE</u>		Rel.:	SEQUENCIAL:
CÓDIGO DA AMOSTRA: <u>B</u>		Lote:	F-012 CON
DATAS:	Fabricação: <u>31/07/14</u>	Recebimento da Amostra: <u>01/08/14</u>	Início do Ensaio: <u>12/08/14</u>
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <u>90x190x190</u>		Idade do CP: <u>12 dias</u>	Classe de Resistência: <u>C</u>
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES			
Equipamento(s): <u>PGB 002LE</u>		Umidade Relativa: <u>—</u>	
Temperatura do ambiente: <u>25°C</u>			

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON

CP	Espessuras de paredes (mm)										Espessura Equiv. (mm/m³)	Menor dimensão do furo		
	Longitudinal					Transversal						Longitudinal	Transversal	
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor	Soma				
01	21,16	21,07	21,27	20,51	20,51	21,16	20,54	20,54	20,54	41,70	219	139,93	38,16	
02	21,28	21,09	21,10	21,41	21,09	21,43	20,83	20,83	20,83	42,06	222	140,19	39,21	
03	21,03	21,43	20,73	21,17	20,73	20,53	20,03	20,03	20,03	40,56	213	140,36	37,75	
04	20,80	20,42	20,49	20,26	20,26	21,10	19,75	19,75	19,75	40,85	215	139,37	37,63	
05	20,91	21,10	21,00	20,83	20,83	20,49	19,53	19,53	19,53	40,02	211	140,74	38,03	
06														
07														
08														
09														
10														
Média					20,68					20,14	41,08	216	140,12	38,12

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6139: Sim (X) Não ( )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

6 - Blocos Amostra B – 25 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: <u>DENISE</u>		Rel.:	SEQUENCIAL: F-012 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: <u>B</u>		Lote:	
DATAS: Fabricação: <u>31/07/14</u>	Recebimento da Amostra: <u>01/08/14</u>	Início do Ensaio: <u>27/08/14</u>	Término de Ensaio: <u>27/08/14</u>
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <u>90 x 190 x 190</u>		Idade do CP: <u>27 dias</u>	Classe de Resistência: <u>C</u>
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES			
Equipamento(s): <u>PQB 0024</u>		Umidade Relativa: <u>60</u>	
Temperatura do ambiente: <u>25°C</u>			

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON

CP	Espessuras de paredes (mm)										Espessura Equiv. (mm/m²)	Menor dimensão do furo	
	Longitudinal					Transversal						Longitudinal	Transversal
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor	Soma			
01	20,69	20,53	20,69	20,54	20,53	20,35	19,84		19,84	40,19	212	140,36	37,87
02	20,95	21,07	20,74	20,56	20,56	20,26	19,84		19,84	40,10	211	139,98	36,56
03	20,82	20,22	20,74	20,79	20,22	21,22	20,85		20,85	42,07	221	140,07	39,16
04	20,48	21,06	21,04	21,13	20,48	20,08	19,78		19,78	39,86	210	141,08	37,24
05	20,32	20,19	20,90	20,85	20,19	21,55	20,88		20,88	42,43	223	140,63	38,74
06													
07													
08													
09													
10													
Média					20,40				20,24	40,93	215	140,62	37,91

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (x) Não ( )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

7 - Blocos Amostra C – 5 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: <b>DEWISE</b>		Rel.:	SEQUENCIAL: F-012 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: <b>C</b>		Lote:	
DATAS: Fabricação: <b>31/08/14</b> Recebimento da Amostra: <b>01/08/14</b> Início do Ensaio: <b>05/08/14</b> Término do Ensaio: <b>05/08/14</b>			
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <b>90x190x190</b>		Idade do CP: <b>5 dias</b>	Classe de Resistência: <b>C</b>
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES			
Equipamento(s): <b>PQD 002LE</b>		Umidade Relativa: <b>—</b>	
Temperatura do ambiente: <b>25°C</b>			

**ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON**

CP	Espessuras de paredes (mm)										Espessura Equiv. (mm/m³)	Menor dimensão do furo	
	Longitudinal					Transversal						Longitudinal	Transversal
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor	Soma			
01	20,50	20,79	21,34	21,79	20,50	20,65	20,98		20,65	41,63	219	140,30	35,95
02	20,48	20,76	21,31	21,63	20,48	20,81	21,04		20,81	41,85	220	140,95	35,07
03	21,00	20,71	21,65	21,69	20,71	21,10	20,13		20,13	41,23	217	140,66	35,89
04	20,40	20,91	21,28	21,70	20,40	21,30	19,96		19,96	41,24	217	140,15	35,80
05	20,37	20,15	21,48	21,70	20,15	20,67	19,87		19,87	40,54	213	140,46	36,00
06					?				?	?	?	?	?
07					?				?	?	?	?	?
08					?				?	?	?	?	?
09					?				?	?	?	?	?
10					20,45				20,28	41,30	217	140,50	35,78
Média													

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (  ) Não (  )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

8 - Blocos Amostra C – 12 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: DENISE				Rel.:		SEQUENCIAL:	
CÓDIGO DA AMOSTRA: C				Lote:		F-012 CON	
DATAS: Fabricação: 31/07/14		Recebimento da Amostra: 01/08/14		Início do Ensaio: 02/08/14		Término de Ensaio: 12/08/14	
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90x190x190				Idade do CP: 12 dias		Classe de Resistência: C	
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO - ESPESSURA DAS PAREDES							
Equipamento(s): P00 002 L e				Umidade Relativa: —			
Temperatura do ambiente: 25°C							

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON

CP	Espessuras de paredes (mm)								Espessura Equiv. (mm/m³)	Menor dimensão do furo			
	Longitudinal				Transversal					Longitudinal	Transversal		
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3				< Valor	Soma
01	20,70	21,10	20,80	20,70	20,70	19,93	21,36		19,93	41,29	217	141,00	35,81
02	21,68	20,76	21,21	21,35	20,76	19,87	21,42		19,87	41,29	217	140,63	35,90
03	21,71	20,16	20,50	21,43	20,16	20,73	20,67		20,67	41,40	218	140,69	35,39
04	21,31	20,47	21,09	20,91	20,47	21,13	21,64		21,13	42,77	225	140,27	35,72
05	20,48	21,33	21,66	20,38	20,38	20,74	20,69		20,69	41,43	218	140,71	35,65
06													
07													
08													
09													
10													
Média					20,49				20,46	41,64	219	140,66	35,69

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, da NBR 6136: Sim (X) Não ( )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

9 - Blocos Amostra C – 25 dias



Análise Dimensional de Blocos de Concreto (espessura das paredes)

CLIENTE: <b>DENISE</b>		Rel.:	SEQUENCIAL: F-012 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: <b>C</b>		Lote:	
DATAS:	Fabricação: <b>31/07/14</b>	Recebimento da Amostra: <b>01/08/14</b>	Início do Ensaio: <b>27/08/14</b>   Término de Ensaio: <b>27/08/14</b>
DIMENSÃO NOMINAL (mm): <b>200 x 190 x 190</b>		Idade do CP: <b>27 dias</b>	Classe de Resistência: <b>C</b>
ANÁLISE DIMENSIONAL DE BLOCOS DE CONCRETO – ESPESSURA DAS PAREDES			
Equipamento(s): <b>FGB 002 LC</b>		Umidade Relativa:	
Temperatura do ambiente: <b>25°C</b>			

**ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 007 CON**

CP	Espessuras de paredes (mm)										Espessura Equiv. (mm/m²)	Menor dimensão do furo		
	Longitudinal					Transversal						Soma	Longitudinal	Transversal
	1	2	3	4	< Valor	1	2	3	< Valor					
01	20,95	20,92	20,49	20,04	20,04	20,90	20,77	20,73	19,63	41,67	219	140,24	37,53	
02	21,84	21,02	20,28	20,48	20,28	21,57	19,63	19,63	19,63	41,20	217	142,01	34,33	
03	20,40	20,69	20,73	21,24	20,60	20,84	19,90	19,90	19,90	40,74	214	141,91	35,02	
04	21,01	21,27	20,26	20,19	20,19	20,85	19,37	19,37	19,37	40,22	212	140,36	38,41	
05	21,35	20,67	20,81	20,12	20,12	20,86	20,27	20,27	20,27	41,13	216	139,57	36,78	
06														
07														
08														
09														
10														
Média					20,21				19,99	40,99	216	140,82	36,41	

Atende aos itens 5.1.2 da tabela 2 e 5.1.3, de NBR 6136: Sim  Não ( )

\*Espessura equivalente: soma das três paredes transversais (mm) / comprimento nominal do bloco (m)

## ANEXO D - Absorção e Área Líquida de Blocos de Concreto

### 1 - Blocos Amostra A – 5 dias

Sistema FIEB SENAI Fomento às Indústrias do Estado do Rio de Janeiro								
Absorção e Área Líquida de Blocos de Concreto								
CLIENTE: DENISE				Rel.:		SEQUENCIAL:		
CÓDIGO DA AMOSTRA: A				Lote:		F-014 CON		
DATAS: Fabricação:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:		Término de Ensaio:		
31/07/14		01/08/14		05/08/14		08/08/14		
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190				Idade do CP: 5 dias		Classe de Resistência: e		
ENSAIO: ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s): BL 0011e, EST 0011e				Umidade Relativa: —				
Temperatura do ambiente: 25°C								
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>1</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4426	4307	4305	4305	4601	4602	4602	6,9
02	4393	4272	4270	4270	4570	4570	4570	7,0
03	4363	4254	4252	4252	4557	4557	4557	7,2
Média								7,0
Temperatura da estufa (°C)		24 h	+ 2 h	+ 2 h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
		112	112	112	112	112	112	
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (x) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
(*) Absorção individual = $\frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100$ Para determinar m <sub>2</sub> e m <sub>1</sub> , as leituras a cada 2h não devem apresentar diferenças > 0,5% em relação ao maior valor.								
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)			Média	Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>					
01	187,19	188,23	187,75	187,72	2606	10633		
02	187,23	186,84	187,93	187,33	2584	10602		
03	187,49	188,29	188,49	188,09	2571	10559		
Média (mm <sup>2</sup> )							10598	
Temperatura da água =		24	°C	γ = massa específica da água utilizada no ensaio:		1	g/cm <sup>3</sup>	
(**) Área líquida = $\frac{(m_2 - m_4)}{h \cdot \gamma} \times 1000$								

## 2 - Blocos Amostra A – 12 dias

CLIENTE: DENISE		Rel.:		SEQUENCIAL: F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA: A		Lote:						
DATAS: Fabricação: 31107114		Recebimento da Amostra: 09108114		Início do Ensaio: 11108114				
				Término de Ensaio: 15108114				
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190		Idade do CP: 12 dias		Classe de Resistência: C				
ENSAIO: ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s): BLOQUE, ESTOILE								
Temperatura do ambiente: 25°C			Umidade Relativa: —					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>3</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4444	4325	4324	4324	4617	4617	4618	6,8
02	4430	4289	4289	4289	4579	4582	4582	6,8
03	4407	4273	4273	4273	4568	4570	4570	7,0
Média								6,9
Temperatura da estufa (°C)		24 h	112	+ 2 h	112	+ 2 h	112	
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (x) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
(*) Absorção individual = $\frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100$ Para determinar m <sub>2</sub> e m <sub>1</sub> , as leituras a cada 2h não devem apresentar diferenças > 0,5% em relação ao maior valor.								
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)			Média	Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>					
01	188,59	188,11	187,65	188,12	2594	10759		
02	187,40	186,56	188,18	187,38	2575	10711		
03	188,50	188,41	188,80	188,57	2561	10654		
Média (mm <sup>3</sup> )						10708		
Temperatura da água = 24		°C		y = massa específica da água utilizada no ensaio: 1		g/cm <sup>3</sup>		
(**) Área líquida = $(m_2 - m_4) / h \cdot y \times 1000$								

## 3- Blocos Amostra A – 25 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:				
DENISE				F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:						
A								
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:				
Fabricação: 31/10/14		01/10/14		25/10/14				
Término de Ensaio: 29/10/14								
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:				
90 x 190 x 190		25 dias		C				
ENSAIO: ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s): BLOOILE, ESTOILE								
Temperatura do ambiente:			Umidade Relativa:					
25°C			-					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>3</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4500	4318	4320	4318	4633	4633	4633	7,3
02	4460	4284	4284	4284	4597	4597	4597	7,3
03	4426	4271	4269	4269	4585	4586	4586	7,4
Média								7,3
Temperatura da estufa (°C)		24 h	+ 2 h	+ 2 h				
		112	110	112				
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (X) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)			Média	Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>					
01	186,72	188,35	187,85	187,64	2602	10824		
02	187,88	187,14	187,62	187,55	2584	10733		
03	187,46	188,17	188,50	188,04	2573	10705		
Média (mm <sup>2</sup> )						10754		
Temperatura da água =		°C	y = massa específica da água utilizada no ensaio:					
24			1 g/cm <sup>3</sup>					

## 4 - Blocos Amostra B – 5 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:				
DENISE				F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:						
B								
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:				
Fabricação: 31107/114		01/08/2014		05/08/14				
				Término de Ensaio: 08/08/14				
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:				
90 x 190 x 190		5 dias		E				
ENSAIO:								
ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s):								
BL001LE, EST 001LE								
Temperatura do ambiente:			Umidade Relativa:					
25°C			—					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>1</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4259	4138	4137	4137	4420	4420	4420	6,8
02	4352	4220	4219	4219	4495	4494	4494	6,5
03	4362	4233	4232	4232	4517	4517	4517	6,7
Média								6,7
Temperatura da estufa (°C)		24 h		+ 2 h		+ 2 h		
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (X) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)			Média	Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>					
01	183,74	182,79	184,28	183,60	2491	10506		
02	185,19	183,99	184,72	184,63	2541	10578		
03	186,44	185,95	186,93	186,44	2541	10598		
Média (mm <sup>3</sup> )						10561		
Temperatura da água =		24 °C		γ = massa específica da água utilizada no ensaio:		1 g/cm <sup>3</sup>		

## 5 - Blocos Amostra B - 12 dias

CLIENTE: DENISE		Rel.:		SEQUENCIAL: F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA: B		Lote:						
DATAS: Fabricação: 31/07/14		Recebimento da Amostra: 01/08/14		Início do Ensaio: 11/08/14				
				Término de Ensaio: 15/08/14				
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90x190x190		Idade do CP: 11 dias		Classe de Resistência: C				
ENSAIO: ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s): BLOOILE, ESTOILE								
Temperatura do ambiente: 25°C			Umidade Relativa: —					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
<b>1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO</b>								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>3</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2 h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4294	4160	4157	4157	4440	4445	4445	6,9
02	4389	4243	4239	4239	4517	4520	4520	6,6
03	4386	4255	4253	4253	4538	4541	4541	6,8
Média								
Temperatura da estufa (°C)		24 h	110	+ 2 h	112	+ 2 h	112	
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim ( ) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
<b>2- ÁREA LÍQUIDA</b>								
CP	Altura dos blocos - h (mm)				Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	Média				
01	183,77	182,80	183,74	183,44	2485	10685		
02	184,83	183,87	184,54	184,41	2540	10737		
03	186,64	186,16	186,73	186,51	2540	10729		
Média (mm <sup>2</sup> )								
10717								
Temperatura da água = 24 °C		y = massa específica da água utilizada no ensaio:		1		g/cm <sup>3</sup>		

## 6 - Blocos Amostra B – 25 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:				
DENISE				F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:						
B								
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Término de Ensaio:				
Fabricação: 31107114		01108114		29108114				
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:				
90 x 190 x 190		25 dias		C				
ENSAIO:								
ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s):								
BL001LE, EST001LE								
Temperatura do ambiente:			Umidade Relativa:					
25°C			—					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>1</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4330	4152	4151	4151	4453	4454	4454	7,30
02	4412	4235	4233	4233	4528	4528	4528	6,97
03	4438	4249	4249	4249	4549	4550	4550	7,08
Média								7,12
Temperatura da estufa (°C)		24 h		+ 2 h		+ 2 h		
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (X) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)				Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	Média				
01	183,89	182,80	183,29	183,33	2499	10664		
02	184,74	183,88	184,31	184,31	2549	10737		
03	187,21	186,77	186,38	186,79	2552	10696		
Média (mm <sup>2</sup> )						10699		
Temperatura da água =		°C		y = massa específica da água utilizada no ensaio:		g/cm <sup>3</sup>		
24				1				

## 7 - Blocos Amostra C – 5 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:				
DENISE				F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:						
C								
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:				
Fabricação: 31107114		01108116		05108114				
				Término de Ensaio: 08108114				
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:				
20x190x190		5 dias		e				
ENSAIO: ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s): - BLOOILE, ESTOILE								
Temperatura do ambiente: 25°C			Umidade Relativa: -					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>3</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4735	4560	4559	4559	4812	4823	4823	5,8
02	4502	4362	4361	4361	4627	4635	4635	6,3
03	4798	4624	4623	4623	4890	4904	4904	6,1
Média								6,1
Temperatura da estufa (°C)		24 h		+ 2 h		+ 2 h		
NBR 6136 Tabela 3 - Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (X) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)				Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	Média				
01	187,89	187,90	188,33	188,05	2779	10875		
02	186,62	186,19	186,94	186,58	2636	10714		
03	189,99	189,86	190,31	190,05	2818	10976		
Média (mm <sup>2</sup> )						10855		
Temperatura da água =		24 °C		y = massa específica da água utilizada no ensaio:		1 g/cm <sup>3</sup>		

## 8 - Blocos Amostra C - 12 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:				
DENISE				F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:						
e								
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:				
Fabricação: 31107114		01108114		125108114				
				Término de Ensaio: 75108114				
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:				
		11 dias		e				
ENSAIO:								
ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s):								
PHE BLOODLE, ESTOOLLE								
Temperatura do ambiente:			Umidade Relativa:					
25°C			—					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>2</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2 h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4733	4588	4581	4581	4828	4830	4830	5,4
02	4543	4385	4383	4383	4646	4650	4650	6,1
03	4805	4653	4647	4647	4906	4907	4907	5,6
Média								5,7
Temperatura da estufa (°C)		24 h	+ 2 h	+ 2 h				
			110	112				112
NBR 6136 Tabela 3 - Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (X) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)				Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	Média				
01	187,72	187,39	188,66	187,92	2775	10936		
02	186,69	185,90	186,65	186,41	2634	10815		
03	189,65	189,44	190,49	189,86	2813	11029		
Média (mm <sup>2</sup> )						10927		
Temperatura da água =		°C		y = massa específica da água utilizada no ensaio:		g/cm <sup>3</sup>		
24				1				

## 9 - Blocos Amostra C – 25 dias

CLIENTE:		Rel.:		SEQUENCIAL:				
DENISE				F-014 CON				
CÓDIGO DA AMOSTRA:		Lote:						
C								
DATAS:		Recebimento da Amostra:		Início do Ensaio:				
Fabricação: 31/07/14		01/08/14		25/08/14				
				Término de Ensaio: 29/08/14				
DIMENSÃO NOMINAL (mm):		Idade do CP:		Classe de Resistência:				
90 x 190 x 190		25 dias		C				
ENSAIO: ABSORÇÃO E ÁREA LÍQUIDA DE BLOCOS DE CONCRETO								
Equipamento(s): BL 001 LE, EST 001 LE								
Temperatura do ambiente: 25°C			Umidade Relativa: —					
ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA NBR 12118 / EN 008 CON								
1- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E DA ABSORÇÃO								
CP	Massa do CP Recebido (Kg) M <sub>3</sub>	Massa da amostra seca em estufa (g) M <sub>1</sub>			Massa da Amostra Saturada (g) M <sub>2</sub>			(*) Absorção Individual (%)
		24 h	+ 2 h	+ 2h	24 h	+ 2 h	+ 2 h	
01	4739	4568	4570	4569	4832	4833	4833	5,8
02	4560	4376	4377	4376	4650	4650	4650	6,3
03	4816	4632	4633	4632	4910	4911	4911	6,0
Média								6,0
Temperatura da estufa (°C)		24 h	+ 2 h	+ 2 h	+ 2 h	+ 2 h	+ 2 h	
		112	110	110	110	110	110	
NBR 6136 Tabela 3 – Item 5.3		Agregado Normal		Absorção média em (%) ≤ 10%:		Sim (x) Não ( )		
		Agregado Leve		Absorção média em (%) ≤ 13%:		Sim ( ) Não ( )		
				Absorção individual em (%) ≤ 16%:		Sim ( ) Não ( )		
(*) Absorção Individual = $\frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100$ Para determinar m <sub>2</sub> e m <sub>1</sub> , as leituras a cada 2h não devem apresentar diferenças > 0,5% em relação ao maior valor.								
2- ÁREA LÍQUIDA								
CP	Altura dos blocos - h (mm)				Massa aparente da amostra (g) - M <sub>4</sub>	(**) Área líquida individual (mm <sup>2</sup> )		
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	Média				
01	188,02	188,21	188,10	188,11	2779	10919		
02	186,54	186,41	187,50	186,82	2640	10759		
03	191,11	190,25	190,24	190,53	2815	11001		
Média (mm <sup>2</sup> )						10893		
Temperatura da água =		24	°C		y = massa específica da água utilizada no ensaio:		1 g/cm <sup>3</sup>	
(**) Área líquida = (m <sub>2</sub> - m <sub>4</sub> ) / h.y								



## 2 - Blocos Amostra A - 7 dias

Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)	
Moldagem	Rompimento		Largura (b)	Comprimento (l)				
01	31/07/14	07/08/14	7	90,70	191,76	132708	17393	7,63
02	31/07/14	07/08/14	7	91,06	190,44	149653	17341	8,63
03	31/07/14	07/08/14	7	91,13	191,47	146920	17449	8,42
04	31/07/14	07/08/14	7	91,26	190,57	129737	17391	7,46
05	31/07/14	07/08/14	7	91,42	190,74	116654	17437	6,69
06								}
07								
08								
09								
10								
Média								7,77
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136			Conforme (✓) Não Conforme ( )		Classificação segundo NBR 6136		C	
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa							5,92	



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: A	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 06/08/2014
		Término de Ensaio: 07/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190	Idade do CP: 6 dias	Classe de Resistência: C
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		
Equipamento(s): PHPE 001LC		
Temperatura do ambiente: 25°C	Umidade Relativa: —	

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA - NBR 12118:2007/ EN 012 CON



## 4 - Blocos Amostra A – 14 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
		Moldagem	Rompimento		Largura (b)	Comprimento (l)			
01		31/07/14	14/08/14	14	90,53	191,73	134343	17357	7,74
02		31/07/14	14/08/14	14	90,83	190,40	154090	17294	8,91
03		31/07/14	14/08/14	14	91,22	191,44	160660	17463	9,20
04		31/07/14	14/08/14	14	91,24	190,60	177030	17390	10,18
05		31/07/14	14/08/14	14	91,41	190,70	143117	17432	8,21
06									}
07									
08									
09									
10									
Média									8,85
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136		Conforme (X)		Classificação segundo NBR 6136		C			
		Não Conforme ( )				7,51			
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa									



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: A	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 12/08/14
		Término de Ensaio: 14/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190	Idade do CP:	Classe de Resistência:
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		
Equipamento(s): PHPR 001 LC		
Temperatura do ambiente: 25°C	Umidade Relativa:	

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2011/ EN 012 CON



## 6 - Blocos Amostra A – 28 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
		Moldagem	Rompimento		Largura (b)	Comprimento (l)			
01		31/07/14	28/08/14	28	90,76	190,80	139229	17317	8,04
02		31/07/14	28/08/14	28	90,52	191,37	114505	17323	6,61
03		31/07/14	28/08/14	28	90,50	191,48	142098	17329	8,20
04		31/07/14	28/08/14	28	90,74	190,47	183200	17283	10,60
05		31/07/14	28/08/14	28	90,58	191,75	150763	17369	8,68
06									
07									
08									
09									
10									
Média									8,42
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136		Conforme (X)		Classificação segundo NBR 6136		C			
		Não Conforme ( )				5,75			



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: A	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 26/08/14
		Término de Ensaio: 28/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190	Idade do CP: 26 dias	Classe de Resistência: C
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		
Equipamento(s): PHPE 001 LC		
Temperatura do ambiente: 25°	Umidade Relativa: 60	

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2007/ EN 012 CON



## 8 - Blocos Amostra B – 07 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
Moldagem	Rompimento	Largura (b)	Comprimento (l)						
01	31/07/14	07/08/14	7	91,26	191,35	111588	17463	6,39	
02	31/07/14	07/08/14	7	91,15	192,08	80887	17508	4,62	
03	31/07/14	07/08/14	7	91,47	190,86	125523	17458	7,19	
04	31/07/14	07/08/14	7	91,24	191,43	163831	17466	9,38	
05	31/07/14	07/08/14	7	91,24	191,08	123956	17434	7,11	
06								}	
07									
08									
09									
10									
Média								6,94	
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136		Conforme (X)		Classificação segundo NBR 6136		e			
		Não Conforme ( )				4.02			
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa									



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: B	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/2014	Início do Ensaio: 06/08/2014
		Término de Ensaio: 07/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 90 x 90		Idade do CP: 6 dias
		Classe de Resistência: e
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		
Equipamento(s): PHPE 001LE		
Temperatura do ambiente: 25°C		Umidade Relativa: —

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2007/ EN 012 CON



## 10 - Blocos Amostra B – 14 dias

Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
Moldagem	Rompimento		Largura (b)	Comprimento (l)			
01	31/07/14	14	91,24	191,46	151282	17469	8,66
02	31/07/14	14	91,15	192,29	95522	17527	5,45
03	31/07/14	14	91,47	191,06	179334	17496	10,25
04	31/07/14	14	91,24	191,62	138465	17483	7,92
05	31/07/14	14	91,22	191,29	182516	17449	10,46
06							}
07							
08							
09							
10							
Média							8,55
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136		Conforme (x) Não Conforme ( )		Classificação segundo NBR 6136		e	
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa						4,58	



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: B	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 12/08/14
		Término de Ensaio: 14/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190		Idade do CP:
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		
Equipamento(s): PHA 601 LE		
Temperatura do ambiente: 25°C		Umidade Relativa:

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2007/ EN 012 CON



## 12 - Blocos Amostra B – 28 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
Moldagem	Rompimento	Largura (b)	Comprimento (l)						
01	31/07/14	28/08/14	28	90,87	190,20	137573	17283	7,96	
02	31/07/14	28/08/14	28	91,28	190,00	169268	17343	9,76	
03	31/07/14	28/08/14	28	90,79	191,38	175437	17370	10,10	
04	31/07/14	28/08/14	28	91,36	190,47	151389	17401	8,70	
05	31/07/14	28/08/14	28	90,66	191,38	160314	17350	9,24	
06									
07									
08									
09									
10								9	
Média									9,15
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136		Conforme (X)		Classificação segundo NBR 6136		C			
		Não Conforme ( )				7,22			



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: B	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/2014	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 25/08/14
		Término de Ensaio: 28/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190		Idade do CP: 25 dias
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		Classe de Resistência: C
Equipamento(s): PHPE 001 LE		
Temperatura do ambiente: 25° e	Umidade Relativa:	

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2007/ EN 012 CON



## 14 - Blocos Amostra C – 07 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
Moldagem	Rompimento	Largura (b)	Comprimento (l)						
01	31/07/14	07/08/14	7	91,71	191,45	182252	17558	10,38	
02	31/07/14	07/08/14	7	91,76	191,41	230791	17564	13,14	
03	31/07/14	07/08/14	7	91,87	191,07	196254	17554	11,18	
04	31/07/14	07/08/14	7	91,62	191,08	191352	17507	10,93	
05	31/07/14	07/08/14	7	91,76	191,36	202081	17557	11,51	
06									
07									
08									
09									
10									
Média									11,43
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136		Conforme (X)		Classificação segundo NBR 6136				C	
		Não Conforme ( )							
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa								9,83	



## 16 - Blocos Amostra C – 14 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
Moldagem	Rompimento	Largura (b)	Comprimento (l)						
01	31/07/14	14/08/14	14	91,67	191,72	259056	17575	14,7474	
02	31/07/14	14/08/14	14	92,00	191,54	240364	17622	13,64	
03	31/07/14	14/08/14	14	91,80	191,74	225834	17602	12,83	
04	31/07/14	14/08/14	14	91,76	191,14	193806	17539	11,05	
05	31/07/14	14/08/14	14	91,74	191,25	237384	17545	13,53	
06									
07									
08									
09									
10									
Média									13,16
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136				Conforme (X) Não Conforme ( )		Classificação segundo NBR 6136		C	
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa								9,61	



## Resistência à Compressão em Blocos de Concreto

CLIENTE: DENISE	Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: e	Lote:	
DATAS: Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 12/08/14
		Término de Ensaio: 14/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 190		Idade do CP: 12 dias
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO		Classe de Resistência: e
Equipamento(s): PHPE 001LE		
Temperatura do ambiente: 25°C		Umidade Relativa: —

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2007/ EN 012 CON



## 18 - Blocos Amostra C – 28 dias

CP		Data		Idade do CP (dias)	Dimensões (mm)		Carga Máxima (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resist. à Compressão (MPa)
Moldagem	Rompimento	Largura (b)	Comprimento (l)						
01	31/07/14	28/08/14	28	91,30	190,92	253795	17431	14,56	
02	31/07/14	28/08/14	28	91,58	190,96	242558	17488	13,87	
03	31/07/14	28/08/14	28	91,43	190,62	252183	17428	14,47	
04	31/07/14	28/08/14	28	90,70	190,57	233002	17285	13,48	
05	31/07/14	28/08/14	28	91,37	191,17	234407	17467	13,42	
06									
07									
08									
09									
10									
Média									13,96
Avaliação da conformidade segundo NBR 6136			Conforme (X) Não Conforme ( )		Classificação segundo NBR 6136			C	
Resistência característica à compressão (fbk, est) em MPa								13,36	

CLIENTE: DENISE		Rel.:	SEQUENCIAL: F-015 CON
CÓDIGO DA AMOSTRA: C		Lote:	
DATAS:	Fabricação: 31/07/14	Recebimento da Amostra: 01/08/14	Início do Ensaio: 26/08/14
			Término de Ensaio: 28/08/14
DIMENSÃO NOMINAL (mm): 90 x 190 x 90		Idade do CP:	Classe de Resistência:
ENSAIO: RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO EM BLOCOS DE CONCRETO			
Equipamento(s): PHPE			
Temperatura do ambiente: 25°C		Umidade Relativa: -	

ENSAIO REALIZADO CONFORME NORMA – NBR 12118:2007/ EN 012 CON

## ANEXO F - Ensaio de Solubilização



**SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**  
 Av. Luiz Tarquínio Pontes, 938, Aracuí, Lauro de Freitas-BA, CEP 42700-000  
 www.fieb.org.br/senai CNPJ 03.795.071/0004-89  
 Comercial: Tel. 71 3287-8281/ 8079 / 8110 Fax 3287-8276 e-mail:  
 laboratorio@fiieb.org.br  
 Relatórios: Tel. 71 3287-8280 e-mail: admLaboratorio@fiieb.org.br

**Qualidade**  
**ABNT NBR ISO/IEC**  
**17025**  
**ISO 9001**

### Relatório de Ensaios MQV N° 7246/14-1

Revisão 00

<b>Empresa:</b>	CENTRO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL "PEDRO RIBEIRO"	<b>Fax:</b>	
<b>Proposta:</b>	MQV 1679/14	<b>CNPJ:</b>	03.795.071/0004-89
<b>Endereço:</b>	Av. LUIS TARQUÍNIO PONTES, 938, CEP 42700-000	<b>e-mail:</b>	ednasa@fiieb.org.br
<b>Contato(s):</b>	Edna dos Santos Almeida	<b>Telefone:</b>	(71) 3287-8021
<b>Amostras:</b>	Resíduos Sólidos de blocos - Laboratório Dendezeiros - CLIENTE: AMA (PESQUISA)	<b>Recepção:</b>	06/11/14

Laboratório de ensaios acreditado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

O escopo da acreditação pode ser visto em:  
<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0100.pdf>



Amostra	Ponto - 01 - Amostra A (Solubilização)			Código	7246/14-01	Coleta em	28/10/14 ---
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio
Cloretos □	1,91	mg/L	250,0 mg/L	0,03	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)		19/11/14
Sulfatos □	22,9	mg/L	250,0 mg/L	0,03	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)		19/11/14
Coliformes totais □	<1	UFC/100mL	--	1	EN 005 MIC (SMEWW 9222 A,B,C)		14/11/14

Amostra	Ponto - 02 - Amostra B (Solubilização)			Código	7246/14-02	Coleta em	28/10/14 ---
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio
Cloretos □	2,15	mg/L	250,0 mg/L	0,03	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)		19/11/14
Sulfatos □	23,7	mg/L	250,0 mg/L	0,03	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)		19/11/14
Coliformes totais □	<1	UFC/100mL	--	1	EN 005 MIC (SMEWW 9222 A,B,C)		14/11/14

Amostra	Ponto - 03 - Amostra C (Solubilização)			Código	7246/14-03	Coleta em	28/10/14 ---
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio
Cloretos □	1,84	mg/L	250,0 mg/L	0,03	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)		19/11/14
Sulfatos □	15,7	mg/L	250,0 mg/L	0,03	EN 138 QGI (EPA 300.1-1)		19/11/14
Coliformes totais □	<1	UFC/100mL	--	1	EN 005 MIC (SMEWW 9222 A,B,C)		14/11/14

#### Legenda

(L1): NBR 10004/2004 - SOLUBILIZAÇÃO

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition.

UFC: Unidade formadora de colônia.

<X: Em ensaios microbiológicos indicam compatibilidade com ausência de crescimento microbiano na amostra analisada.

LQ: Limite de Quantificação.

#### Observações

CLIENTE: AMA (PESQUISA)

Os resultados expressos neste relatório referem-se apenas às amostras analisadas. O prazo para o armazenamento das contra-provas válidas das amostras é de 07 (sete) dias corridos após a emissão do relatório de ensaios.

Os dados analíticos serão mantidos em arquivo pelo período de 05 (cinco) anos; após este período, os mesmos serão descartados.

Este relatório só deverá ser reproduzido na sua totalidade. O SENAI se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

RF-LBW-005 rev. 00

Página: 1/2



**SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**  
 Av. Luiz Tarquínio Pontes, 938, Aracuí, Lauro de Freitas-BA, CEP 42700-000  
 www.fieb.org.br/senai CNPJ 03.795.071/0004-69  
 Comercial: Tel. 71 3287-8281/ 8079 / 8110 Fax 3287-8276 e-mail:  
 laboratorio@fielb.org.br  
 Relatórios: Tel. 71 3287-8280 e-mail: admlaboratorio@fielb.org.br

**Qualidade**  
**ABNT NBR ISO/IEC**  
**17025**  
**ISO 9001**

**Relatório de Ensaios MQV Nº 7246/14-1**

Revisão 00

<b>Empresa:</b>	CENTRO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL "PEDRO RIBEIRO"	<b>Fax:</b>	
<b>Proposta:</b>	MQV 1679/14	<b>CNPJ:</b>	03.795.071/0004-69
<b>Endereço:</b>	Av. LUIS TARQUÍNIO PONTES, 938, CEP 42700-000	<b>e-mail:</b>	ednasa@fielb.org.br
<b>Contato(s):</b>	Edna dos Santos Almeida	<b>Telefone:</b>	(71) 3287-8021
<b>Amostras:</b>	Resíduos Sólidos de blocos - Laboratório Dendezeiros - CLIENTE: AMA (PESQUISA)	<b>Recepção:</b>	06/11/14

**Informações de Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.  
 Frascos fornecidos pelo cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)				
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação	Quantidade aproximada	Recipiente
AP	QGI	Temperatura ambiente	2x250g	Plástico/Vidro
--	QGI	Sem preservação	--	--
--	MIC	Sem preservação	--	--

Lauro de Freitas, 20 de novembro de 2014.

Adriana C. Ferreira, Dra.  
 Químico  
 CRQ BA 07100528

Ione Pinheiro dos Santos  
 Bióloga  
 CRBio 85.069/05-D

☐: Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob número CRL 0100.

Os resultados expressos neste relatório referem-se apenas às amostras analisadas. O prazo para o armazenamento das contra-provas válidas das amostras é de 07 (sete) dias corridos após a emissão do relatório de ensaios.

Os dados analíticos serão mantidos em arquivo pelo período de 05 (cinco) anos; após este período, os mesmos serão descartados.  
 Este relatório só deverá ser reproduzido na sua totalidade. O SENAI se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.  
 RF-LBW-005 rev. 00

Página: 2/2



**SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**  
 Av. Luiz Tarquínio Pontes, 938, Aracuí, Lauro de Freitas-BA, CEP 42700-000  
 www.fieb.org.br/senai CNPJ 03.795.071/0004-89  
 Comercial: Tel. 71 3287-8281/ 8079 / 8110 Fax 3287-8276 e-mail:  
 laboratorio@fiieb.org.br  
 Relatórios: Tel. 71 3287-8280 e-mail: adm@laboratorio@fiieb.org.br

**Qualidade**  
**ABNT NBR ISO/IEC**  
**17025**  
**ISO 9001**

### Relatório de Ensaios MQV N° 7246/14-2

Revisão 00

<b>Empresa:</b>	CENTRO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL "PEDRO RIBEIRO"	<b>Fax:</b>	
<b>Proposta:</b>	MQV 1679/14	<b>CNPJ:</b>	03.795.071/0004-89
<b>Endereço:</b>	Av. LUIS TARQUÍNIO PONTES, 938, CEP 42700-000	<b>e-mail:</b>	ednasa@fiieb.org.br
<b>Contato(s):</b>	Edna dos Santos Almeida	<b>Telefone:</b>	(71) 3287-8021
<b>Amostras:</b>	Resíduos Sólidos de blocos - Laboratório Dendezeiros - CLIENTE: AMA (PESQUISA)	<b>Recepção:</b>	06/11/14

Amostra	Ponto - 01 - Amostra A (Solubilização)				Código	7246/14-01	Coleta em	28/10/14 --:--
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Solubilização - pH	12,32	--	--	--	EN 029 QGI (SMEWW 4500 H+ B)		13/11/14	
Solubilização - Umidade	1,329	%	--	--	EN 089 QGI (NBR 10006)		06/11/14	

Amostra	Ponto - 02 - Amostra B (Solubilização)				Código	7246/14-02	Coleta em	28/10/14 --:--
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Solubilização - pH	12,25	--	--	--	EN 029 QGI (SMEWW 4500 H+ B)		13/11/14	
Solubilização - Umidade	1,449	%	--	--	EN 089 QGI (NBR 10006)		06/11/14	

Amostra	Ponto - 03 - Amostra C (Solubilização)				Código	7246/14-03	Coleta em	28/10/14 --:--
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Solubilização - pH	12,44	--	--	--	EN 029 QGI (SMEWW 4500 H+ B)		13/11/14	
Solubilização - Umidade	1,570	%	--	--	EN 089 QGI (NBR 10006)		06/11/14	

#### Legenda

(L1): NBR 10004/2004 - SOLUBILIZAÇÃO

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition.

UFC: Unidade formadora de colônia.

<X: Em ensaios microbiológicos indicam compatibilidade com ausência de crescimento microbiano na amostra analisada.

LQ: Limite de Quantificação.

#### Observações

CLIENTE: AMA (PESQUISA)

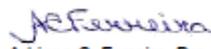
#### Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

Frascos fornecidos pelo cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)					
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação		Quantidade aproximada	Recipiente
AP	QGI	Temperatura ambiente		2x250g	Plástico/Vidro
--	QGI	Sem preservação		--	--
--	MIC	Sem preservação		--	--

Lauro de Freitas, 20 de novembro de 2014.

  
 Adriana C. Ferreira, Dra.  
 Químico  
 CRQ BA 07100528

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

Os resultados expressos neste relatório referem-se apenas às amostras analisadas. O prazo para o armazenamento das contra-provas válidas das amostras é de 07 (sete) dias corridos após a emissão do relatório de ensaios.

Os dados analíticos serão mantidos em arquivo pelo período de 05 (cinco) anos; após este período, os mesmos serão descartados.

Este relatório só deverá ser reproduzido na sua totalidade. O SENAI se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

RF-LBW-005 rev. 00

Página: 1/1