

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**THAIRINY PEREIRA XAVIER DUTRA
LAYSLA ALVES RODRIGUES**

**ANÁLISE DO USO DE ÁGUAS FLUVIAIS PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO
EM REGIÕES REMOTAS: ESTUDO DE CASO RIO CARATINGA**

CARATINGA

2019

THAIRINY PEREIRA XAVIER DUTRA

LAYSLA ALVES RODRIGUES

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

**ANÁLISE DO USO DE ÁGUAS FLUVIAIS PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO
EM REGIÕES REMOTAS: ESTUDO DE CASO RIO CARATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil das Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Sustentabilidade.

Orientador: Prof. MSc Eng. José Salvador Alves.

CARATINGA

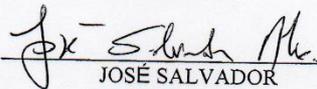
2019

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: VIABILIDADE DO USO DA ÁGUA DO RIO CARATINGA PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO, elaborado pelo(s) aluno(s) THAIRINY PEREIRA XAVIER DUTRA e LAYSLA ALVES RODRIGUES foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Caratinga 11/07/2019



JOSE SALVADOR

Prof. Orientador



JOAO MOREIRA

Prof. Avaliador 1



SIDINEI SILVA

Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço primordialmente a Deus que nos concede todos os dias desde o amanhecer até o pôr do sol, sabedoria e discernimento para superar as dificuldades alcançando nossos almeados objetivos.

A nossos pais, sempre presentes, de forma carinhosa e paciente nos apoiando e incentivando em todos os momentos.

Ao nosso querido professor e orientador José Salvador que exerceu durante o período de acompanhamento de forma brilhante seu papel, de fato nos guiando e expondo o melhor caminho a ser seguido, obrigada por ser nosso exemplo.

A todo corpo docente e administrativo das Faculdades Integradas de Caratinga sempre dispostos a contribuir e nos conduzir ao sucesso.

Por fim, a todos que de alguma forma estiveram presentes durante toda a nossa jornada contribuindo para o nosso desenvolvimento.

A todos, o nosso muito obrigada!

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

CP – Cimento Portland

fb – Resistência a compressão individual

fbi – Resistência característica do cimento

fbk – Resistência característica a compressão

MPa – Megapascal

NBR – Norma Brasileira Registrada

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de Gauss para a resistência do concreto à compressão.....	22
Figura 2 - Esquema do aparelho de Vicat	25
Figura 3 - Pontos de coleta	30
Figura 4 - Amostras de água coletadas.....	31
Figura 5 - Ensaio de Ph.....	32
Figura 6 - Corpos de prova de concreto.....	33
Figura 7- Ensaio de resistência à compressão.....	33

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Requisitos para substâncias prejudiciais.....	27
Quadro 2 - Requisitos e procedimentos de ensaio para ensaio para inspeção preliminar de água destinada ao amassamento do concreto	27
Quadro 3 - Limites máximos de impurezas.	28
Quadro 4 - Características dos componentes do concreto	32
Quadro 5 - Resultados dos ensaios	34
Quadro 6 - Resistência à compressão dos corpos de prova.....	35
Quadro 7 - Resistência média	35

RESUMO

A água é responsável pela hidratação do cimento, promovendo trabalhabilidade em estado fresco e resistência após a cura, possuindo dessa forma grande importância para a produção de concreto. Um dos maiores problemas no ramo da engenharia civil no que diz respeito ao concreto, são as patologias, que podem surgir por diversos fatores, dentre eles, a água. Sua qualidade e quantidade devem ser controladas. Entretanto, nem sempre é possível a utilização desse solvente com os parâmetros exigidos em norma, sendo retirado das fontes existentes como rios e córregos, podendo afetar as propriedades do concreto. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do uso da água do Rio Caratinga para a produção de concreto, sendo retiradas amostras em dois pontos para a fabricação, comparando os mesmos com concreto fabricado com água potável, que se encontra nos parâmetros estabelecidos por norma, e observar se há alteração ou não da resistência à compressão dos corpos de prova produzidos com as amostras coletadas. Os procedimentos consistem na coleta das amostras, com posteriormente envio para laboratório para determinação dos teores das substâncias presentes, confecção de corpos de prova, com posterior rompimento dos mesmos após 28 dias para determinação da resistência à compressão. Determinando a partir da análise dos dados fornecidos pelo laboratório e dos ensaios a viabilidade do uso da água do Rio Caratinga para a confecção de concreto.

Palavras-chave: Água; Parâmetros de qualidade; Concreto; Resistência.

ABSTRACT

The water is responsible for the hydration of the cement, promoting fresh workability and strength after curing, thus having great importance for the production of concrete. One of the biggest problems in the field of civil engineering with regard to concrete is the pathologies, which can arise from several factors, including water. Your quality and quantity should be controlled. However, it is not always possible to use this solvent with the standard parameters, being removed from existing sources such as rivers and streams, and may affect the properties of the concrete. In this context, the present work has the objective of analyzing the feasibility of the use of the water of the Caratinga River for the production of concrete, being taken samples in two points for the manufacture, comparing them with concrete made with potable water, that is in the parameters established by norm, and to observe if there is alteration or not of the resistance to compression of the specimens produced with the samples collected. The procedures consist in the collection of the samples, with subsequent shipment to the laboratory to determine the contents of the substances present, preparation of test specimens, with subsequent breaking of the same after 28 days to determine the compressive strength. Determining from the analysis of the data provided by the laboratory and the trials the feasibility of the water use of the Caratinga River for the confection of concrete.

Keywords: Water; Quality parameters; Concrete; Resistance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Contextualização	11
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivo específico	13
1.3 Justificativa.....	13
1.4 Estrutura do trabalho	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Concreto e sua composição.....	16
2.1.1 Cimento Portland.....	16
2.1.2Água	17
2.1.3 Agregados	19
2.2 Propriedades do concreto	20
2.2.1 Resistência à compressão	20
2.2.2 Resistência à tração	23
2.2.3 Módulo de elasticidade.....	23
2.3 Tempo de pega	24
2.4 Influência da qualidade da água nas propriedades do concreto	26
3 METODOLOGIA	30
4 RESULTADOS E ANÁLISE	34
5 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXO A	42

1 INTRODUÇÃO

“A água é elemento essencial ao abastecimento do consumo humano, ao desenvolvimento de atividades industriais e agrícolas, e de importância vital aos ecossistemas” (REBOUÇAS, 1999, pág. 700)

1.1 Contextualização

O concreto é o segundo material mais consumido no mundo, perdendo somente para a água, algumas de suas características como a resistência, ampla forma de uso devido a sua trabalhabilidade e maleabilidade, com fácil execução e constituintes de baixo custo, fizeram com que esse produto ganhasse lugar no mercado até o que se tem na contemporaneidade.

Constituído basicamente de cimento, água e agregado, o concreto é considerado o material mais utilizado na construção civil. A água ao ser misturada ao cimento forma uma pasta de caráter ligante responsável por unir os agregados que são adicionados formando um material heterogêneo e sólido.

O cimento Portland é parte constituinte do concreto, se solidificando em contato com a água mantém-se na forma de origem, devido ao fato da reação irreversível com a água, nas primeiras horas a mistura é maleável e tomará a forma desejada, sendo após a cura, um material rígido.

A água é responsável pela ativação das reações químicas do cimento, sendo assim, a sua quantidade e qualidade devem ser fielmente controladas. Tanto as sobras quanto a falta de água para a confecção do concreto trazem problemas. A falta do solvente não permite a completa produção das reações químicas necessárias e a sua sobra apesar de melhorar significativamente a trabalhabilidade causa perda de resistência da pasta.

E por fim, cita-se o material responsável por fazer a ligação com a pasta de cimento, cobrir vazios e contribuir com o aumento da resistência, os agregados, graúdos e miúdos. Para o agregado graúdo utiliza-se a brita e o miúdo a areia. Possuidores de diferentes granulometrias preenchem todos os espaços existentes contribuindo para a formação de um bloco monolítico.

Durante a confecção do concreto podem ser empregados aditivos, são utilizados com objetivo de aumentar os seus pontos fortes e diminuir os fracos,

umentando, por exemplo, sua durabilidade, alterando tempo de pega, diminuindo consumo de cimento.

As mais relevantes características do concreto são a resistência à compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. Sendo ambas determinadas em laboratório obedecendo às normas vigentes para cada tipo, atendendo e mantendo qualidade a um melhor custo-benefício.

Um dos maiores problemas no ramo da engenharia no que se diz respeito ao concreto é o surgimento de manifestações patológicas no mesmo, responsáveis pela queda na sua resistência, surgimento de manchas, eflorescências, porosidade, desagregação, entre outros.

Diversos são os fatores responsáveis pelas patologias citadas anteriormente, como o tipo e quantidade do cimento utilizado, agregados, aditivos, transporte, adensamento e cura, umidade, temperatura, etc.

Dentre eles, cita-se a água, a relação existente entre a quantidade de água e cimento, denominada relação água/cimento, é de extrema importância, pois interfere diretamente na porosidade e propriedades mecânicas do concreto. Não somente a quantidade da água deve ser analisada, mas também sua qualidade. Parâmetros como pH, sólidos dissolvidos e em suspensão, açúcares, fosfatos, nitratos, matéria orgânica, cloretos, carbonatos e magnésio, são fatores que devem ser observados.

Devido à necessidade de atender a tais características é imprescindível uma análise prévia de tal material. Entretanto, nem sempre é possível a utilização de água potável ou o solvente com as características adequadas, sendo empregada água de diferentes fontes, como rios, córregos, poços artesianos, ou até mesmo armazenadas em local inadequado, afetando as propriedades do concreto no qual for utilizada.

Nessa proposta, o presente trabalho discute a viabilidade do uso da água do rio Caratinga, situado no estado de Minas Gerais, para a produção de concreto. Além da utilização do solvente disponível no local diminuindo gastos com transporte do mesmo, o valor do empreendimento como um todo pode diminuir por não ser necessário utilizar água de abastecimento da cidade. A partir de um estudo com corpos de provas com mesmo traço, tendo como única variável a água, sendo preparados com amostras retiradas de dois pontos do rio supracitado e com uma retirada da rede de abastecimento da própria cidade de Caratinga.

1.2 Objetivos

Os objetivos de um trabalho científico discriminam os resultados almejados e um norte para a pesquisa a ser desenvolvida. É por meio deste que é apresentado a principal finalidade do estudo.

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade do uso da água do Rio Caratinga para a produção de concreto, a partir da produção de corpos de prova, com amostras retiradas no local e da rede de abastecimento da cidade de Caratinga, para a análise de suas propriedades.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Revisar bibliograficamente sobre a influência da qualidade da água no concreto;
- b) Analisar as características das amostras de água coletadas;
- c) Determinar a resistência à compressão do concreto produzido com as amostras coletadas;
- d) Analisar a viabilidade da utilização das amostras de água coletadas para a confecção de concreto em obras de construção civil.

1.3 Justificativa

A queda de resistência, a alteração do tempo de pega, a ocorrência de eflorescências, o aparecimento de manchas são os efeitos adversos citados como os mais significativos relacionados à qualidade da água utilizada no concreto.

Com isso vê-se a necessidade da utilização do solvente supracitado sempre com a qualidade exigida pelas normas técnicas cabíveis, todavia nem sempre é possível que assim se faça e são empregados em canteiros de obras água oriundas de diversas fontes de características desconhecidas. Neste contexto o presente estudo visa analisar a viabilidade do uso da água do Rio Caratinga situado na cidade de Caratinga, Minas Gerais, para a confecção de concreto, analisando para que os

teores das substâncias presentes e a resistência dos corpos de prova sejam analisados.

O trabalho reflete em um ganho científico significativo devido as pesquisas sobre concreto, seus componentes e como cada um deles interferem diretamente em suas propriedades como resistência à compressão. O ganho acadêmico aumentou substancialmente o conhecimento sobre o tema estudado contribuindo à formação profissional do pesquisador.

Por fim, cita-se o ganho social adquirido pelo mesmo, que se deve ao fato de possíveis implantações de construções próximo ou ao longo do curso do rio analisado, respeitando a legislação ambiental vigente, podendo assim, oferecer à população mais oportunidades através de novas vagas de emprego ou construções, viabilizando uma melhoria na qualidade de vida da população. Além claro, da considerável redução do custo dos empreendimentos a serem construídos, devido a utilização da água **do Rio Caratinga** existente no local, não sendo empregada a água tratada oriunda da rede de abastecimento, preservando assim, o meio ambiente.

1.4 Estrutura do trabalho

Seja como componente ou ferramenta, a água é um dos principais materiais da engenharia. Está presente na mistura do concreto e da argamassa e também na limpeza e resfriamento de materiais usados na obra. Influencia diretamente na qualidade e segurança de todos os empreendimentos.

O presente trabalho estrutura-se em capítulos temáticos de forma a apresentar todos os dados pertinentes de forma eficiente e clara. Foram elaborados cinco capítulos partindo da introdução como capítulo inicial e conclusão como capítulo final.

O capítulo introdutório traz uma breve apresentação do tema, especificando os objetivos, estrutura do trabalho e justificativa do estudo. O segundo capítulo compreende a fundamentação teórica, ou seja, o embasamento literário sobre o concreto, sua constituição e como cada um de seus elementos afetam as propriedades do produto final, tendo como principal foco a qualidade da água e o uso dos recursos hídricos disponíveis para a produção de concreto.

O terceiro capítulo tratará da retirada das amostras de água para análise e confecção dos corpos de prova de concreto, afim de comprovar a viabilidade do uso do rio Caratinga na produção de concreto. Tal fato poderá ser comprovado ou não,

após a determinação da resistência à compressão dos mesmos através de ensaios. Visto que se a água contiver substâncias danosas em teores acima dos estabelecidos por norma, pode influenciar nas propriedades mecânicas do concreto.

O quarto capítulo apresentará os resultados obtidos dos ensaios químicos das amostras e respectivos valores de resistência vindos das rupturas dos corpos de prova confeccionados. O quinto e último capítulo apresenta a conclusão do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De maneira sucinta, pode-se afirmar que o concreto é uma pedra artificial que se molda à inventividade construtiva do homem. Este foi capaz de desenvolver um material que, depois de endurecido, tem resistência similar às das rochas naturais e, quando no estado fresco, é composto plástico: possibilita sua modelagem em formas e tamanhos os mais variados. (IBRACON, 2009. p.14)

2.1 Concreto e sua composição

Segundo Inês Battagin, (2016), superintendente da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o concreto é uma mistura de cimento, agregados miúdos e graúdos, com ou sem aditivos químicos e adições, que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento. A partir de um meio aglomerante, cimento e água, os agregados são unidos formando o material monolítico conhecido.

De acordo com Silva e Liborio (2005) a escolha dos materiais a serem utilizados no concreto é de extrema importância, essencialmente a busca pela sinergia dos mesmos, evidenciando dessa forma as melhores propriedades de cada um.

Diversos são os fatores que influem diretamente nas propriedades do concreto, como por exemplo, quantidade e qualidade do cimento, água e agregados empregados, condições de adensamento, transporte e cura, umidade, temperatura, segundo Pinheiro et. al. (2010). Com o objetivo de determinar as propriedades necessárias aos materiais anteriormente descritos, a presente revisão bibliográfica visa apresentar testes e parâmetros descritos em normas e artigos científicos para comprovação do estudo.

2.1.1 Cimento Portland

Joseph Aspdin produziu em 1824 o primeiro cimento Portland, a partir da queima de argila e calcário que posteriormente eram triturados e misturados, processo esse desenvolvido utilizando altas temperaturas. Vários procedimentos e métodos foram sendo utilizados para que se chegasse ao que se conhece de cimento Portland na contemporaneidade.

Existem hoje no mercado brasileiro segundo a ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland tipos bases de cimento:

- a) CPI: Compostos basicamente de clínquer e sulfatos de cálcio, são definidos segundo ABNT NBR 5732/1991 como cimento comum, sem adições.
- b) CPII: Compostos basicamente de clínquer e sulfatos de cálcio apresentando adições de materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos segundo a ABNT NBR 11578/1991.
- c) CPIII: Compostos de clínquer e sulfatos de cálcio com adição de escória de alto-forno entre 35% e 70% da massa total regulamentado pela ABNT NBR 5735/1991.
- d) CPIV: Compostos de clínquer e sulfatos de cálcio com adição de materiais pozolânicos secos deve estar compreendido entre 15% e 50% da massa total de aglomerante, regulamentado pela ABNT NBR 5736.
- e) CPV: Regulamentado pela ABNT NBR 5733/1991, apresenta alta resistência nos primeiros dias devido a dosagens específicas de argila e calcário.
- f) RS: Apresenta resistência a sulfatos, regulamentado pela ABNT NBR 5737/1991.
- g) BC: Apresenta baixo calor de hidratação, recomendado assim para grandes concretagens, onde o calor dissipado é muito alto, regulamentado pela ABNT NBR 13116/1994.

2.1.2 Água

A água é denominada solvente universal, sendo o material mais utilizado no mundo e indispensável a todo tipo de vida. Na construção civil possui papel de extrema importância, para a segurança e qualidade dos empreendimentos. É utilizada em diversos setores da construção, desde o preparo do canteiro de obras como na terraplanagem, na produção do concreto, até a finalização de acabamento e limpeza para entrega da obra.

Segundo a ABNT NBR 15900/2009: Água para amassamento do concreto são necessários requisitos mínimos de qualidade da água empregada para a utilização no concreto, dados de teores de substâncias prejudiciais, os ensaios necessários e métodos, são especificados na mesma.

É de extrema importância que todos os componentes do concreto sigam as especificações exigidas em norma para a produção de objetos mais duráveis e resistentes. Entretanto a disponibilidade de água nem sempre permite que a verificação dos parâmetros descritos seja realizada, utilizando assim água proveniente de rios e afluentes, ou da fonte existente.

Segundo a Comissão Internacional de Grandes Barragens somente 2,5% da água do mundo é doce, e grande parte desta está em forma de geleiras e coberturas permanentes de neve nas regiões do Ártico e Antártida. Todavia de acordo com Ana (2017) o Brasil possui somente 12% da água doce presente em todo mundo utilizadas em:

- Irrigação: 52%;
- Abastecimento humano: 23,8%;
- Indústria: 9,1%;
- Atendimento aos animais: 8,0%;
- Termelétricas: 3,8%;
- Suprimento rural: 1,7%;
- Mineração: 1,6%.

A utilização dos recursos hídricos tem crescido com o passar dos anos, devido ao desenvolvimento do país que emprega a maioria dos recursos hídricos, como supracitado, em áreas que influenciam diretamente no crescimento econômico do mesmo. E, como a produção industrial e agrônoma não cessarão é de extrema importância o uso correto dos recursos existentes para a sua garantia durante os próximos anos, mantendo a qualidade de vida da população.

Apresenta-se nesse contexto, novas propostas para economia e reutilização da água. Como no presente trabalho que apresenta o estudo da viabilidade do uso da água de um rio para a produção de concreto, forma que reduz consideravelmente o uso de água tratada que pode ser utilizada em outros locais como residências, hospitais entre outros locais que necessitem do seu tratamento.

Resultante dessas várias formas de utilização surgem alguns tipos de água, a ABNT NBR 15900/2009 classifica sete tipos de água:

- Água de abastecimento público;
- Água recuperada de processos de preparação do concreto;
- Água de fontes subterrâneas;

- Água natural de superfície, água de captação pluvial e água residual industrial;
- Água salobra;
- Água de esgoto e água proveniente de esgoto tratado;
- Água de reuso proveniente de estação de tratamento de esgoto.

Determina também que deve ser realizada uma avaliação preliminar conforme ABNT NBR 15900-3/2009 antes da realização de quaisquer sejam os testes. A Norma DNIT 036/2004 – ME fixa os procedimentos adotados nos ensaios químicos para a determinação das propriedades e das substâncias dissolvidas na água para amassamento do concreto. Toda amostra recolhida para uso deve obedecer e apresentar valores dentro os especificados das normas anteriormente descritas.

2.1.3 Agregados

De acordo com a NBR 7211/2005, os agregados são materiais pétreos, obtidos por fragmentação artificial ou agregados naturais (areia e seixos rolados), já fragmentados naturalmente, com propriedades adequadas, possuindo dimensões nominais máximas inferiores a 152 mm e mínima superior ou igual a 0,075 mm.

Quanto à classificação geológica as rochas são classificadas segundo Petrucci (2007) em:

1. Rochas eruptivas ou ígneas: formadas pela consolidação do material proveniente de uma fusão total ou parcial.
2. Rochas sedimentares: formadas pela consolidação do material transportado e depositado pelo vento ou pela água.
3. Rochas metamórficas: formadas pela alteração gradual na estrutura das rochas anteriores, pela ação do calor, da pressão ou da água.

De acordo com Junior (2015) a principal aplicação dos agregados é na produção de concretos e argamassas onde, em conjunto com um aglomerante (pasta de cimento Portland / água), constituem uma rocha artificial, com diversas utilidades na engenharia, cuja principal aplicação é compor os diversos elementos estruturais de concreto armado. Os agregados possibilitam que algumas propriedades da rocha artificial a ser formada apresentam melhor desempenho, tais como: redução da retração da pasta de cimento, aumento da resistência ao desgaste, melhor trabalhabilidade e aumento da resistência ao fogo.

“O agregado é o principal responsável pela massa unitária, módulo de elasticidade e estabilidade dimensional do concreto” (MEHTA e MONTEIRO, 1994, pág. 21).

Segundo Bauer (2000), os agregados constituem um componente importante no concreto, contribuindo com cerca de 80% do peso e 20% do custo de concreto estrutural sem aditivos. Desta forma, as características mais importantes de um agregado são: sua massa específica, massa unitária, forma, textura, granulometria, resistência à compressão e abrasão, absorção de água, umidade e sanidade.

Neville (1997) descreve que o tamanho do agregado usado no concreto se estende de dezenas de milímetros até partículas com seção transversal menor do que o décimo de milímetro. Em cada mistura são incorporadas partículas com diversos tamanhos, e a distribuição desses tamanhos se denomina granulometria. O termo agregado graúdo é usado para descrever partículas maiores que 4,8 mm e o termo agregado miúdo é aplicado para partículas menores do que 4,8 mm.

Mehta e Monteiro (1994), falam que agregados que não tem uma grande deficiência ou excesso de qualquer tamanho de partícula, em especial, produzem misturas de concreto mais trabalháveis e econômicas.

2.2 Propriedades do concreto

Como visto, o concreto é resultante da mistura de cimento, agregados e água, podendo ou não conter adições e/ou aditivos, em proporções adequadas. Para Pinheiro et. al. (2010), as suas principais propriedades mecânicas são: resistência à compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. Essas propriedades são determinadas a partir de ensaios, executados em condições específicas e geralmente são realizados para controle da qualidade e atendimento às especificações.

2.2.1 Resistência à compressão

Uma das características mecânicas mais importantes é a resistência à compressão. Para determinar esse valor é necessário primeiramente moldar um total de 6 corpos de prova por concreto produzido, com dimensões de 10cm de diâmetro

com 20 cm de altura, segundo ABNT NBR 12655/2015: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.

A dosagem do concreto, ou seja, seu traço, é a forma de estabelecer proporção entre os constituintes do mesmo. Segundo NBR 12655/2015 existem dois tipos de dosagem: a empírica e a racional ou experimental.

A dosagem empírica é feita com dados na experiência do próprio construtor e a racional baseada no cálculo do consumo de cada material, onde são calculados os consumos de água através da relação água/cimento, cimento, brita e areia. O método denominado ABCP utiliza as seguintes etapas para a obtenção do traço.

1. Determinação da relação água cimento pela relação entre o F_{cj} e a resistência do cimento aos 28 dias.
2. Determinação do consumo de água pela relação ente o diâmetro máximo do agregado graúdo e o abatimento do tronco de cone;
3. Determinação do consumo de cimento pela divisão do consumo de água pela relação água cimento;
4. Determinação do consumo de agregado graúdo dado pela relação entre o módulo de finura e dimensão máxima do agregado;
5. Determinação do consumo areia obtido através da multiplicação do volume de areia por seu peso específico;
6. Apresentação do traço dado em seguinte ordem Cimento: Areia: Brita: Água/Cimento, a partir da divisão do consumo de cada material encontrado pelo consumo de cimento.

Todos corpos de prova devem obedecer aos preceitos da NBR 5738/2015 – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, tal norma prescreve o procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova:

- Corpos de prova devem ter altura equivalente ao dobro do diâmetro;
- Laterais e base do molde devem ser de material inerte que não interfira nas propriedades do concreto, recebendo uma fina camada de óleo mineral antes da colocação do concreto;
- Todas as unidades devem ser etiquetadas para conferência de dados;
- O concreto deve ser colocado no molde sendo retirado todo e qualquer tipo de vazio, a partir da utilização de duas camadas com adensamento realizado com uma haste de 600 mm a 800mm de comprimento aplicando-se 12 golpes com a mesma;

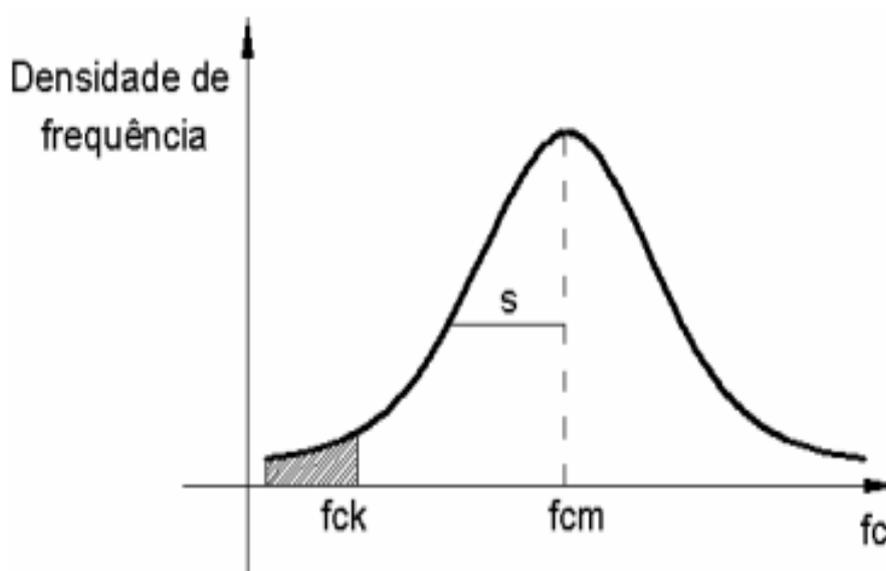
- A cura dos corpos de prova é feita primeiramente sendo armazenados sem contato de intemperes durante as 24 horas iniciais, dessa data até o ensaio, devem ser colocados em solução ou câmara úmida.

Mantidos nessas condições por 28 dias são realizados os ensaios de resistência à compressão a partir das informações contidas na NBR 5739/1994 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos que determina:

- O eixo da amostra deverá coincidir com o eixo do aparelho na hora do teste;
- O aparelho deve ter capacidade de aplicar de forma controlada e contínua carga no corpo de prova, entre os pratos do mesmo;
- O sistema de medição de forças deve apresentar a máxima carga alcançada no momento do rompimento do corpo de prova.

Segundo Pinheiro et. al. (2010), após o ensaio dos corpos de prova, com os valores obtidos, pode-se fazer um gráfico de f_c versus a quantidade de corpos de prova relativos determinado valor de f_c , denominada também de densidade de frequência. Para a resistência do concreto à compressão, essa curva denomina-se Curva de Distribuição Normal ou Curva Estatística de Gauss, como pode-se ver na Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Curva de Gauss para a resistência do concreto à compressão



Fonte: USP-EESC, 2010

A NBR 8953/1992 define as classes de concreto em função do f_{ck} , podendo-se dizer que um concreto de classe C30 corresponde a um concreto com $f_{ck} = 30$ MPA. Em obras, devido ao reduzido número de corpos de provas que são ensaiados, é calculado o $f_{ck,est}$, que é o valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

2.2.2 Resistência à tração

As concepções relativas à resistência do concreto à tração direta (f_{ct}) são semelhantes aos expostos anteriormente para a resistência à compressão. Sendo assim, tem-se a resistência média do concreto à tração (f_{ctm}) obtido da média aritmética dos resultados, e a resistência característica do concreto à tração (f_{ctk} ou simplesmente f_{tk}), que é o valor da resistência que tem 5% de probabilidade de não ser alcançado pelos resultados do determinado lote de concreto.

Pinheiro et. al. (2010) citam que a diferença se encontra nos tipos de ensaios realizados. Há três normatizados: tração na flexão, tração direta e compressão diametral.

- Tração na Flexão
- Tração Direta
- Compressão diametral

2.2.3 Módulo de elasticidade

De acordo com Pinheiro et. al. (2004) as tensões e deformações são outro aspecto fundamental no projeto de estruturas de concreto. A relação das mesmas, para determinados intervalos, pode ser considerada linear (Lei de Hooke), ou seja, $\sigma = E \epsilon$, sendo σ a tensão, ϵ a deformação específica e E o Módulo de Elasticidade ou Módulo de Deformação Longitudinal.

No concreto, a expressão é aplicada somente à parte retilínea da curva versus deformação, ou quando não existir uma parte retilínea, a expressão é aplicada à tangente da curva na origem, obtendo assim, o Módulo de Deformação Tangente Inicial, E_{ci} .

Tal módulo é obtido segundo o ensaio que está descrito na NBR 8522/1984 – Concreto – Determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão-deformação. Quando ensaios não forem feitos e não existirem dados mais precisos sobre o concreto, para a idade de referência de 28 dias, estima-se o valor do módulo de elasticidade inicial usando a expressão abaixo com dados em MPA.

2.3 Tempo de pega

Segundo Bauer (2000), o fenômeno da pega do cimento compreende a evolução das propriedades mecânicas da pasta no início do processo de endurecimento, propriedades essencialmente físicas, conseqüente a um processo químico de hidratação. É definido como o momento que a pasta adquire determinada consistência que a tornando imprópria para um trabalho. Esse conceito se estende tanto à argamassa quanto os concretos onde a pasta se encontra presente.

No procedimento de hidratação, os grãos de cimento, que antes se encontravam em suspensão, vão se aglutinando gradualmente uns aos outros por efeito de floculação conduzindo à construção de um esqueleto sólido, responsável pela estabilidade da estrutura geral. Pega e endurecimento são aspectos do processo de hidratação, localizados em diferentes períodos: a pega na primeira fase e posteriormente o endurecimento. Certo tempo após a mistura, o processo de pega alcança determinado estágio, fazendo com que não se torne trabalhável, não admitindo ser trabalhado.

Genericamente falando, pega se refere à mudança de estado fluido para o rígido. A pega é causada principalmente pela hidratação do C3A e C3S e é acompanhada pela elevação da temperatura na pasta de cimento. O início de pega corresponde a uma rápida elevação e o fim de pega corresponde ao pico de temperatura (NEVILLE; BROOKS, 2013, p.18)

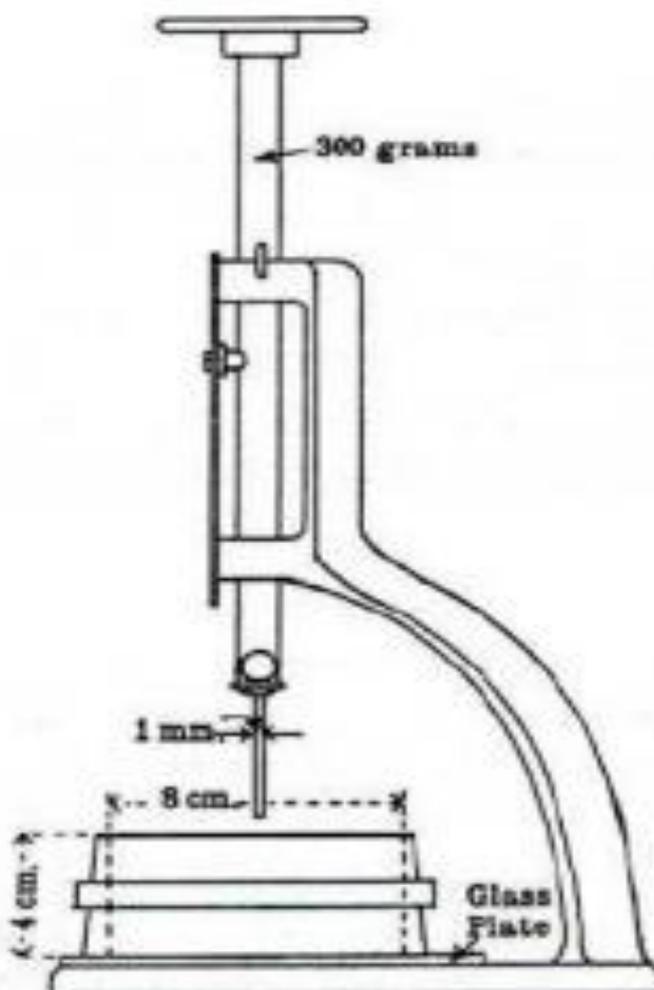
De acordo com Petrucci (1980), em alguns cimentos há o fenômeno chamada de falsa pega, que consiste em iniciar-se a pega poucos minutos após a adição de água. E Neville e Brooks (2013) complementa que nessa falsa pega não há liberação de calor e o concreto pode ser misturado sem a adição de água.

A medida do tempo de pega é obtida utilizando o aparelho de Vicat como demonstrado na Figura 2 abaixo, formado por um tronco de cone, de altura 4 cm e

diâmetro de 8 cm, e agulha de 1 mm de diâmetro, na qual a pasta de cimento de consistência normal é aplicada. A sonda Tetmayer de formato cilíndrico de 1 cm, é responsável pela determinação da consistência normal. A mesma é colocada sobre a pasta sem choque e sem velocidade inicial ao estacionar a 6 mm do fundo da forma obtemos a pasta de consistência normal.

Petrucci (1980) cita também que o tempo de início de pega é o tempo que decorre desde a mistura do cimento com a água até a agulha de Vicat aplicada sem choque e sem velocidade, estacionar a 1 mm do fundo. E o fim de pega é o tempo que decorre desde a mistura do cimento com a água até o momento que a agulha, aplicada sobre a superfície da pasta, não deixa vestígios visíveis como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Esquema do aparelho de Vicat



O início de pega marca o momento que a pasta se torna não trabalhável. Da mesma maneira, as operações como: lançamento, compactação e acabamento do concreto, tornam-se de difícil execução. O tempo que leva para solidificar completamente é denominado tempo de fim de pega, que não deve ser muito longo para evitar atrasos no processo de construção.

2.4 Influência da qualidade da água nas propriedades do concreto

A água é responsável pelas reações de endurecimento do concreto devido à hidratação do mesmo, permitindo a ligação entre os componentes do concreto e fornecendo plasticidade na mistura, a água chega a representar 20 % do volume do concreto.

Segundo Pessarello (2008), o consumo de água em edifícios situa-se entre 0,4 e 0,7m³/m², para a confecção de 1m³ de concreto a quantidade de água gasta varia entre 160 e 200L de água.

Considerando que a quantidade de água no concreto é significativa, substâncias prejudiciais presentes na água em teores acima do que a norma estabelece, acabam resultando no concreto simples, alteração do tempo de pega, diminuição de resistência, aparecimento de manchas e ocorrência da eflorescência (CIMENTO.ORG, 2010).

De acordo com a ABNT NBR 12654/1992 os parâmetros supracitados necessários a análise são os cloretos, sulfetos, presença de matéria orgânica, sólidos e pH.

Segundo HELENE, 1999 a água de amassamento possui interferência direta na qualidade do concreto tanto como componente quanto na relação água/cimento. Relação essa que influencia na porosidade, permeabilidade e capacidade de absorção.

Diante da importância da água utilizada no concreto o presente estudo analisa e apresenta a partir de testes a viabilidade do uso da água do rio Caratinga para a produção de concreto, atitude que pode diminuir o valor de uma obra devido a não utilização de água potável fornecida pela companhia de abastecimento, se a mesma apresentar as características determinadas em norma como ABNT 15900 apresentado pelo Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos para substâncias prejudiciais

Substância	Teor máximo mg/L
Açúcares	100
Fosfatos expressos como P ₂ O ₅	100
Nitratos expressos como NO ₃ -	500
Chumbo expresso como Pb ²⁺	100
Zinco expresso como Zn ²⁺	100
Cloretos: Concreto simples	4500

Fonte: ABNT NBR 15900-1.

Para a determinação das especificações citadas acima devem ser coletadas amostras de água para realização dos testes. Segundo ABNT NBR 15900-3/2009 é necessário que seja realizada uma avaliação preliminar do local aonde será retirada a água, para a determinação da viabilidade do seu uso, onde são averiguadas as prescrições apresentadas no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Requisitos e procedimentos de ensaio para ensaio para inspeção preliminar de água destinada ao amassamento do concreto

Parâmetro	Requisito
Óleos e gorduras	Não mais do que traços visíveis
Detergentes	Qualquer espuma deve desaparecer em 2 minutos
Cor	A cor deve ser comparada qualitativamente com água potável devendo ser amarelo claro a incolor
Material sólido	Máximo de 50000 mg/L
Odor	A água não deve apresentar cheiro, deve ser inodora e sem odor de sulfeto de hidrogênio.
Ácidos	Ph>5
Matéria orgânica	A cor da água deve ser mais clara ou igual a da solução-padrão, após a adição de NaOH

Fonte: Adaptado ABNT NBR 15900-1

Após a avaliação preliminar é necessário que se realize a coleta das amostras segundo a ABNT NBR 12654/1992, que determina a coleta sendo feita em um recipiente de capacidade 5 litros, limpo, a 15 cm abaixo do nível da corrente, voltada a jusante, evitando possíveis contaminações, sendo após a coleta a realização dos testes para verificação dos teores de substâncias das amostras, a ABNT NBR 12654/1992 determina que se deve considerar a presença de:

- Sulfetos;
- Cloretos;
- Quantidade de matéria orgânica;
- Sólidos dissolvidos, totais e em suspensão;
- Ph.

Segundo Lisboa (2010), o potencial hidrogeniônico medido com o pHmetro de bancada deve ser primeiramente calibrado com duas soluções padrões, uma de pH=7 preparada com fosfato de potássio monobásico e outra de pH=4 preparada com biftalato de potássio, para posterior imersão do eletrodo nas amostras. Depois de cada leitura os eletrodos foram limpos com água destilada para garantia da exatidão do teste. O número de amostras é estatisticamente determinado com posterior método de média para a especificação do valor de pH para cada conjunto de amostras.

Segundo Alves (2006) a água em contato com o concreto tem ação constante, a água do amassamento só tem ação durante a hidratação do cimento, sendo que os critérios de avaliação de suas características são diferentes. A água de amassamento possui limites máximos de impurezas, como apresentado no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Limites máximos de impurezas.

Substâncias	Teores (mg/l)
Matéria orgânica	3 mg/l
Resíduo sólido	2,000 mg/l
Sulfatos (expressos em íons SO ₄ ²⁻)	1000 mg/l
Cloretos (expressos em íons Cl ⁻)	500 mg/l
Sólidos dissolvidos e em suspensão	2.000 mg/l
Carbonatos e bicarbonatos alcalinos	1.000 mg/l
Sulfatos (S ⁺)	15 mg/l

Fonte: Alves, 2006

Em ambos os corpos de prova desenvolvidos com as amostras coletadas e com a amostra de água potável, são realizados testes de resistência à compressão obedecendo aos prescritos na ABNT NBR 5739/1994 Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos que determina a resistência à compressão dos mesmos aos 28 dias.

3 METODOLOGIA

A metodologia apresenta como todo o trabalho foi desenvolvido, discriminando cada etapa do processo afim de expor as atividades desenvolvidas e explanar com detalhes como foram executadas. O estudo se trata de uma pesquisa qualitativa com tipo exploratório, com finalidade aplicada e técnica experimental, baseada em valores numéricos obtidos dos ensaios e normas analisadas com coleta de dados das amostras, afim de determinar a viabilidade do uso da água do rio Caratinga para a produção do concreto.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica a fim de embasamento literário acerca de assuntos analisados durante o corpo do mesmo, por exemplo, sobre concreto, suas propriedades e constituição, como cada um de seus componentes agem e como a qualidade de cada um deve ser mantida, enfatizando a influência da água em todo o processo, como amostras do solvente devem ser coletadas e parâmetros analisados.

Foram coletadas um total de três amostras, uma de água potável vinda da rede de abastecimento da cidade de Caratinga e as outras duas retiradas de pontos do rio Caratinga, como pode ser visto na Figura 3 a seguir. Sendo as coordenadas dos pontos dado em geográfica decimal, ponto 01: -19.748523, -42.133803 e ponto 02: -19.732799, -42,133447.

Figura 3 - Pontos de coleta



Fonte: Google Maps, 2019

Todas foram coletadas em recipientes de cinco litros, obedecendo aos preceitos da NBR 12654/1992, como pode ser observado na Figura 4 abaixo. Para as coletas foram realizadas primeiramente uma avaliação preliminar, como descreve a NBR 15900, não apresentando dessa forma traços de óleos ou gorduras, sem odor e com cor amarelo claro, características essas que possibilitaram que as amostras pudessem ser utilizadas para continuação da pesquisa.

Figura 4 - Amostras de água coletadas



Fonte: Autores, 2019

Após a coleta parte de todo o conteúdo, cerca de 500 ml de cada local retirado, devidamente identificado, foi levado para a realização dos ensaios em um laboratório situado na cidade de Ipatinga/MG, que possui como responsável técnico Eli Cândido do Bem CRQ 2^a REG. 02407154, para a determinação de sulfetos, cloretos, quantidade de matéria orgânica, sólidos dissolvidos, totais e em suspensão, com objetivo de verificação de teores estabelecidos na NBR 15900/2009 e pela NBR 12654/1992, determinando assim a viabilidade do seu uso na produção do concreto. Os valores são apresentados em um laudo fornecido pelo responsável supracitado. O primeiro teste realizado nas amostras foi o de Ph, ou seja, a determinação do potencial

hidrogeniônico de cada uma delas para comprovação da acidez, neutralidade ou alcalinidade, como pode ser analisado na Figura 5 a seguir.

Figura 5 - Ensaio de Ph



Fonte: Autores, 2019

Antes da produção do concreto para a moldagem dos corpos de prova é necessário a determinação da quantidade de cada material a ser utilizado para a sua confecção, ou seja, o traço a ser utilizado na preparação do mesmo. Empregando o método ABCP para o cálculo, e analisando as características de cada material como descrito no Quadro 4 a seguir, umidade da areia de 3,75%, dimensão máxima de 25 mm do agregado graúdo e desvio padrão igual a 4, determinou-se o traço, 1:2,37:3,35:0,612, apresentando assim a quantidade em massa de cada material a ser utilizada.

Quadro 4 - Características dos componentes do concreto

Material	Módulo de finura	Massa unitária kg/dm ³	Massa específica kg/dm ³
Cimento CPIII			3,03
Brita 1		1,49	2,77
Areia	2,36	1,50	2,59

Fonte: Adaptado de LabCON, 2019

Após a determinação do traço do concreto a ser preparado, o mesmo foi produzido e moldados os corpos de prova de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura,

segundo a NBR 12655/2015 foram produzidos seis corpos de prova por amostra coletada totalizando 18 exemplares todos etiquetados e armazenados como os parâmetros exigidos até completarem 28 dias, tempo necessário para que o concreto atinja sua resistência característica, para ser realizado o teste de resistência à compressão como apresentado na Figura 6 abaixo com os respectivos corpos de prova da amostra 1, 2 e 3.

Figura 6 - Corpos de prova de concreto



Fonte: Autores, 2019.

Passados o tempo necessário supracitado para a cura do concreto, os moldes foram retirados e levados para a realização do ensaio que utiliza o método de compressão axial, onde a máquina utilizada aplica no corpo de prova uma força de compressão até que o mesmo se rompa como exemplificado na Figura 7 abaixo.

Figura 7 - Ensaio de resistência à compressão



Fonte: Autores, 2019

4 RESULTADOS E ANÁLISE

Durante o decorrer do estudo foram abordados temas a respeito do concreto, materiais constituintes e suas propriedades, enfatizando a influência da qualidade da água em todo o processo para estudar a viabilidade do uso da água do rio Caratinga na produção do mesmo. Desenvolveu-se para tal, coleta de dados, ensaios e análises apresentados no decorrer do presente capítulo.

Para a correta evolução do estudo foi necessário um embasamento acerca dos assuntos relacionados, foi realizada então uma revisão bibliográfica dos temas discutidos, como os ensaios são executados, com respectivos métodos e parâmetros que devem ser analisados e cumpridos.

Após a obtenção do conhecimento supracitado foram coletadas primeiramente amostras de água para realização dos ensaios necessários dos seguintes parâmetros apresentados no Quadro 5 abaixo com os respectivos valores fornecidos pelo laboratório por meio de um relatório, no anexo A.

Quadro 5 - Resultados dos ensaios

Ensaio	Amostra 01 1° ponto do rio	Amostra 02 2° ponto do rio	Amostra 03 Água potável	Valores determinados por norma
Ph	7,55	7,60	7,05	>5
Matéria orgânica (mg/l)	6,0	3,0	0,2	Max 3 mg/l
Sulfatos (mg/l)	71,26	63,11	16,30	Max 1000 mg/l
Cloretos (mg/l)	19,5	24,9	8,9	Max 500 mg/l
Sólidos totais (mg/l)	200,0	232,0	52,0	Max 2000 mg/l
Sólidos dissolvidos (mg/l)	171,0	143,0	41,0	Max 2000 mg/l

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

O Quadro 05 supracitado apresenta os dados de cada parâmetro exigido pela ABNT NBR 12654/1992 em comparação com os valores máximos para cada um

deles, respectivamente. A partir da análise do mesmo apresenta-se a verificação dos parâmetros, ou seja, todos os valores estão dentro dos especificados, exceto o valor de matéria orgânica da amostra 1 coletada.

Após a coleta das amostras foi confeccionado concreto utilizando-as para a confecção dos 18 corpos de prova como determina a NBR 12655/2015. Passados 28 dias para que o concreto adquira sua resistência característica todos os exemplares foram rompidos para determinação da resistência à compressão, como pode ser visto no Quadro 6 abaixo.

Quadro 6 - Resistência à compressão dos corpos de prova

Amostra	Corpo de prova 01	Corpo de prova 02	Corpo de prova 03	Corpo de prova 04	Corpo de prova 05	Corpo de prova 06
1: Rio Caratinga	15,41	17,72	16,42	15,65	14,92	16,77
2: Rio Caratinga	16,64	19,41	17,01	19,06	18,23	15,41
3: Água potável	19,49	21,75	17,83	17,15	19,34	14,22

Fonte: Autores. 2019

O Quadro 6 acima apresenta a resistência à compressão dos corpos de prova dados em MPa rompidos em laboratório. Como pode ser visto os valores não sofrem alterações significativas para as três amostras, comprovando que as mesmas não interferem na resistência do concreto quando comparado aos valores dos corpos de prova confeccionados com água potável como pode ser analisado no quadro 7 abaixo.

Quadro 7 – Resistência média.

Amostras	Resistência média (Mpa)	Varição de resistência (%)
1: Rio Caratinga	16,15	88,25
2: Rio Caratinga	17,63	96,33
3: Água potável	18,30	100

Fonte: Autores. 2019

Como pode ser visto no quadro 7 acima a resistência média foi obtida através da realização da média entre os valores de todos os corpos de prova de cada amostra. A resistência das amostras confeccionadas utilizando a água do Rio Caratinga foram comparadas com as produzidas com a água potável apresentando a variação em porcentagem.

5 CONCLUSÃO

Um dos principais problemas no ramo da engenharia ao se falar de concreto é o surgimento de manifestações patológicas. Dentro disso, o elemento responsável pela ativação das reações químicas do cimento é a água, portanto, sua quantidade e qualidade devem ser fielmente controladas. Tanto sua falta ou sobra interfere diretamente nas reações químicas e perda de resistência.

As mais relevantes características do concreto são a resistência à compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. No presente estudo, devido à necessidade de atender a tais características é imprescindível uma análise prévia de tal material. A resistência a compressão foi selecionada para a comparação dos resultados dos concretos, realizados em corpos de prova com água potável da rede de abastecimento de Caratinga e amostras de água de dois pontos do Rio Caratinga.

Dadas as características da água determinada na norma ABNT 15900/2009, juntamente com os resultados das análises de água das três amostras, pode-se observar que os valores de pH, matéria orgânica, sulfatos, cloretos, sólidos totais e dissolvidos, estão dentro das margens estipuladas pela norma, fazendo assim com que a primeira etapa seja positiva, havendo apenas alteração no valor do teor de matéria orgânica da amostra 1.

Na segunda etapa, após a confecção dos corpos de prova, o tempo de espera de 28 dias e o rompimento dos mesmos, os valores de resistência à compressão foram satisfatórios, não sofrendo variações significativas. A resistência média dos corpos de prova da amostra 1 é de 16,15 MPa, da amostra 2 é de 17,63 MPa e da amostra 3 de 18,30 MPa.

Tendo como valor de referência a da amostra 3, por ser produzida com água potável que possui teores dentro dos especificados por norma, a amostra 1 atingiu 88,25% da resistência e a amostra 2 96,33%, com média de 92,30% de aproximação. Conclui-se dessa forma que existe a grande possibilidade de ser viável a utilização da água do Rio Caratinga para a produção de concreto, mas é necessário a realização de mais ensaios com mais pontos de coleta e correções pertinentes ao traço.

Nesse contexto, sugere-se por meio deste, a continuidade dessa linha de pesquisa, sendo realizada em mais pontos do rio na região urbanizada, tanto na cidade de Caratinga como nas cidades próximas em que o rio percorre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738: Moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto cilíndricos ou prismáticos. Rio de Janeiro, 2015.

___NBR 5732: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

___NBR 5733: Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.

___NBR 5735: Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro, 1991.

___NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

___NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

___NBR 7211: Agregados para concreto – Especificações. Rio de Janeiro, 2005.

___NBR 7222: Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

___NBR 8522: Concreto - Determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão-deformação. Rio de Janeiro, 1984.

___NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência. Rio de Janeiro, 1992.

___NBR 11578: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.

___NBR 12142: Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 1991.

___NBR 12654: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto. Rio de Janeiro, 1992.

___NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

___NBR 13116: Cimento Portland de baixo calor de hidratação – Especificação. Rio de Janeiro, 1994.

___NBR 15900: Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro, 2009.

ALVES, J. D. Materiais de construção, VIII Edição, Ed. da UFG/Ed. da UCG, Goiânia – Goiás, 2006.

BAUER, Luiz A. F. Materiais de construção. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC – v.1 - 2000.

CIMENTO.ORG. Efeito da qualidade da água no concreto. 2010. Acesso em 05 de abril de 2019. Disponível em: <<https://cimento.org/efeito-da-qualidade-da-agua-no-concreto/>>

HELENE, Paulo Roberto do Lago. Vida útil das estruturas de concreto. Em: Conferência internacional sobre o concreto de alto desempenho e desempenho e qualidade das estruturas de concreto. Gramado, 1999.

IBRACON. Revista Concreto e Construções. Ano XXXVII. Nº 53. São Paulo. Editora Ipsis 2009. p.14.

JUNIOR, E.R. Propriedades dos materiais constituintes do concreto. Revista Especializa On-line IPOG. Goiânia. 10 ed. Vol. 01. dezembro, 2015.

METHA, P.K.; MONTEIRO, Paulo J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. 3. ed. São Paulo: Editora IBRACON, 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M., Concreto: Estrutura, Propriedades, Materiais, São Paulo, Pini, 1994.

NEVILLE, Adam; Brooks, J. J. Tecnologia do concreto. 2. ed. Porto Alegre: Editora Bookman - 2013.

NEVILLE, ADAM. Propriedades do concreto, II Edição, São Paulo, Pini, 1997.

PETRUCCI, E. G. R. Concreto de cimento Portland. 7. ed. Porto Alegre: Editora Globo – 1980.

PETRUCCI, E. G.R. Materiais de construção. 12. ed. São Paulo. Editora Globo, 1973.

PEDROSO, Fábio Luiz. Concreto: As origens e a evolução do material construtivo mais utilizado pelo homem. Revista Concreto, São Paulo, XXXVII, 53, Jan. Fev. Mar., 2009.

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

PINHEIRO, L.M.; et al. ESTRUTURAS DE CONCRETO. USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas. Março, 2010. Acesso em 25 de maio de 2019. Disponível em:

< <http://www.set.eesc.usp.br/mdidatico/concreto/Textos/02%20Concreto.pdf> >

REBOUÇAS, A.C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. A.C. REBOUÇAS, B. BRAGA E J.G TUNDISI. São Paulo, Escrituras Editora, 700 p.1999.

SILVA, V.S.; LIBÓRIO, J.B.L. Análise microestrutural da interface chapisco/argamassa. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS

ARGAMASSAS, 6, 2005, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ANTAC, 2005. p. 487-496.

TUTIKIAN, Bernardo; ALENCAR, Ricardo; BATAGGIN, Inês L. S; GIL, Augusto; RISSARDI, Cristyan.. Normas brasileiras para controle e aceitação do concreto autoadensável. Revista Concreto & Construções, ed. 84. 2016. Acesso em: maio 2018.

Disponível

em:

<http://www.ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/ebook/edicao84/files/assets/basic-html/page60.html>

ANEXO A



Relatório de Ensaio Nº: 371.2019.A- V.0

01. Dados Contratação:

Solicitante:

Razão Social: 257 - Laysla Alves Rodrigues
 CNPJ/CPF: 130.674.116-50
 Proposta Comercial: 150.2019.V2
 Contato: Laysla Alves Rodrigues E-mail: laysla.alvesrodrigues@yshoo.com.br

02. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição da Amostra: 371.2019 - Rio Caratinga 01
 Endereço Amostragem: Rua Major José Belegard, 294 Manoel Ribeiro Sobrino Cidade: Caratinga/MG CEP: 35300167
 Condições Ambientais: Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Ambiente: 27.00°C,
 Responsável pela Amostragem Solicitante
 Ficha Amostragem: 364.2019
 Matriz e Origem Amostra: Água - Água Superficial (Doce)
 Data de Coleta: 06/06/2019 08:30:00 Característica da Amostra: Simples
 Data Recebimento: 06/06/2019 16:38:22 Data Conferência: 14/06/2019 16:20:32
 responsávelConferencia: Amanda.campos
 Data Inicio Amostra: 06/06/2019 16:57:02 Data Conclusão Amostra: 14/06/2019 12:16:35

03. Resultados:

Parâmetros	Resultados	DN N 01 (Classe II)	Un	Incerteza L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
Sólidos Dissolvidos Totais	171,0	até 500,0	mg/L	1,6 5,0	ABNT NBR 10664:1989	06/06/2019
Sólidos Totais	200,0	Não especificado	mg/L	2,2 5,3	ABNT NBR 10664:1989	06/06/2019

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH - MG Nº 01 de 05 de Maio de 2008 (Classe II).

Referência(s) Metodológica(s): Associação Brasileira de Normas Técnicas,
 Relatório de Ensaio tipo A - Ensaio Acreditados conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro,
 L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

Termo de Confidencialidade

Assumimos o compromisso de preservar o sigilo das informações e asseguramos que os relatórios serão reproduzidos exclusivamente para o cliente.

Observações

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas e só poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A incerteza expandida de medição relatada (U95%) é a incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, o qual, para uma distribuição t com Veff graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95%.
- Procedimento de amostragem conforme POP 161 - Versão vigente.
- A incerteza declarada é dada em percentual.

Código de Verificação: 001081163005261580201900000

ELI CANDIDO DO BEM:52543897615
 17/06/2019 08:58:37

ICP-Brasil - 200424114002Z



Documento assinado eletronicamente conforme MP nº 2.200-2/2001. O uso de certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil tem validade jurídica.

Amanda Canedo
 Campos Soares

Responsável pela
 conferência

Eli Cândido do Bem
 CRQ 2ª REG. 02407154
 Responsável Técnico

Relatório de Ensaio Nº: 371.2019.B- V.0

01. Dados Contratação:			
Solicitante:			
Razão Social:	257 - Laysla Alves Rodrigues		
CNPJ/CPF:	130.674.116-50		
Proposta Comercial:	150.2019.V2		
Contato:	Laysla Alves Rodrigues E-mail: laysla.alvesrodrigues@yahoo.com.br		
02. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:			
Descrição da Amostra:	371.2019 - Rio Caratinga 01		
Endereço Amostragem:	Rua Major José Belegard,294 Manoel Ribeiro Sobrino Cidade: Caratinga/MG CEP: 35300167		
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Ambiente: 27.00°C,		
Responsável pela Amostragem	Solicitante		
Ficha Amostragem:	364.2019		
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial (Doce)		
Data de Coleta:	06/06/2019 08:30:00	Característica da Amostra:	Simplex
Data Recebimento:	06/06/2019 16:38:22	Data Conferência:	14/06/2019 16:20:32
Data Início Amostra:	06/06/2019 16:57:02	responsavelConferencia:	Amanda.campos
		Data Conclusão Amostra:	14/06/2019 12:16:35

03. Resultados:						
Parâmetros	Resultados	DN N 01 (Classe II)	Un	Incerteza L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
Cloretos	19,5	até 250,0	mg/L	- 1,0	SMWW 4500 Cl B - 23ª Ed.	06/06/2019
Matéria Orgânica	6,0	Não especificado	mg/L	-	Titulométrico (Oxidação por KMnO4).	06/06/2019
Sulfato	71,26	até 250,0	mg/L	- 5,00	Cloreto de Bário	06/06/2019

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH - MG Nº 01 de 05 de Maio de 2008 (Classe II).

Referência(s) Metodológica(s): Manual Alifakit, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23Ed.

Relatório de Ensaio tipo B

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro,
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

Termo de Confidencialidade

Assumimos o compromisso de preservar o sigilo das informações e asseguramos que os relatórios serão reproduzidos exclusivamente para o cliente.

Observações

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas e só poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A incerteza expandida de medição relatada (U95%) é a incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, o qual, para uma distribuição t com Veff graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95%.
- Procedimento de amostragem conforme POP 161 - Versão vigente.
- A incerteza declarada é dada em percentual.

Código de Verificação: 001081163005261580201900000

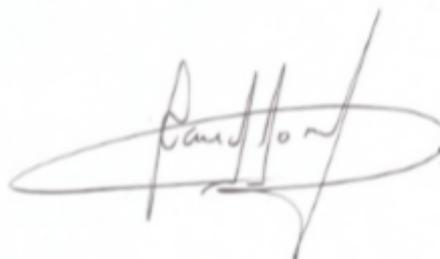
ELI CANDIDO DO BEM:52543897615
17/06/2019 08:58:38

ICP-Brasil - 2004241140022

Documento assinado eletronicamente conforme MP nº 2.200-2/2001. O uso de certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil tem validade jurídica.



Amanda Canedo
Campos Soares
Responsável pela
conferência



Eli Candido do Bem
CRQ 2ª REG. 02407154
Responsável Técnico

Relatorio de Ensaio Nº: 372.2019.A- V.0

01. Dados Contratação:			
Solicitante:			
Razão Social:	257 - Laysla Alves Rodrigues		
CNPJ/CPF:	130.674.116-50		
Proposta Comercial:	150.2019.V2		
Contato:	Laysla Alves Rodrigues E-mail: laysla.alvesrodrigues@yahoo.com.br		
02. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:			
Descrição da Amostra:	372.2019 - Rio Caratinga 02		
Endereço Amostragem:	Rua Major José Belegard, 294 Manoel Ribeiro Sobrino Cidade: Caratinga/MG CEP: 35300167		
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Ambiente: 27.00°C,		
Responsável pela Amostragem	Solicitante		
Ficha Amostragem:	365.2019		
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Superficial (Doce)		
Data de Coleta:	06/06/2019 09:00:00	Característica da Amostra:	Simplex
Data Recebimento:	06/06/2019 16:42:27	Data Conferência:	14/06/2019 16:21:03
Data Início Amostra:	06/06/2019 16:57:09	responsavelConferencia:	Amanda.campos
		Data Conclusão Amostra:	14/06/2019 12:15:45

03. Resultados:							
Parâmetros	Resultados	DN N 01 (Classe II)	Un	Incerteza L.Q.		Metodologia	Início Ensaio
Sólidos Dissolvidos Totais	143,0	até 500,0	mg/L	1,6	5,0	ABNT NBR 10664:1989	06/06/2019
Sólidos Totais	232,0	Não especificado	mg/L	2,2	5,3	ABNT NBR 10664:1989	06/06/2019

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH - MG Nº 01 de 05 de Maio de 2008 (Classe II).

Referência(s) Metodológica(s): Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Relatório de Ensaio tipo A - Ensaio Acreditado conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro,

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

Termo de Confidencialidade

Assumimos o compromisso de preservar o sigilo das informações e asseguramos que os relatórios serão reproduzidos exclusivamente para o cliente.

Observações

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas e só poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A incerteza expandida de medição relatada (U95%) é a incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, o qual, para uma distribuição t com Veff graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95%.
- Procedimento de amostragem conforme POP 161 - Versão vigente.
- A incerteza declarada é dada em percentual.

Código de Verificação: 001081163005261600201900000

ELI CANDIDO DO BEM:52543897615
17/06/2019 08:58:39

ICP-Brasil - 200424114002Z

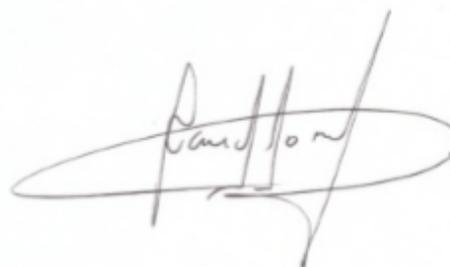


Documento assinado eletronicamente conforme MP nº 2.200-2/2001. O uso de certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil tem validade jurídica.



Amanda Canedo
Campos Soares

Responsável pela
conferência



Eli Cândido do Bem
CRQ 2ª REG. 02407154
Responsável Técnico

Relatório de Ensaio N^o: 372.2019.B- V.0

01. Dados Contratação:

Solicitante:

Razão Social: 257 - Laysla Alves Rodrigues
 CNPJ/CPF: 130.674.116-50
 Proposta Comercial: 150.2019.V2
 Contato: Laysla Alves Rodrigues E-mail: laysla.alvesrodrigues@yahoo.com.br

02. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição da Amostra: 372.2019 - Rio Caratinga 02
 Endereço Amostragem: Rua Major José Belegard,294 Manoel Ribeiro Sobrino Cidade: Caratinga/MG CEP: 35300167
 Condições Ambientais: Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Ambiente: 27.00°C,
 Responsável pela Amostragem Solicitante
 Ficha Amostragem: 365.2019
 Matriz e Origem Amostra: Água - Água Superficial (Doce)
 Data de Coleta: 06/06/2019 09:00:00 Característica da Amostra: Simples
 Data Recebimento: 06/06/2019 16:42:27 Data Conferência: 14/06/2019 16:21:03
 responsávelConferencia: Amanda.campos
 Data Início Amostra: 06/06/2019 16:57:09 Data Conclusão Amostra: 14/06/2019 12:15:45

03. Resultados:

Parâmetros	Resultados	DN N 01 (Classe II)	Un	Incerteza L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
Cloretos	24,9	até 250,0	mg/L	- 1,0	SMWW 4500 Cl B - 23 ^a Ed.	06/06/2019
Matéria Orgânica	3,0	Não especificado	mg/L	- -	Titulométrico (Oxidação por KMnO ₄).	06/06/2019
Sulfato	63,11	até 250,0	mg/L	- 5,00	Cloreto de Bário	06/06/2019

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH - MG N^o 01 de 05 de Maio de 2008 (Classe II).

Referência(s) Metodológica(s): Manual Alfabik, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23Ed.

Relatório de Ensaio tipo B

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro,
 L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

Termo de Confidencialidade

Assumimos o compromisso de preservar o sigilo das informações e asseguramos que os relatórios serão reproduzidos exclusivamente para o cliente.

Observações

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas e só poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A incerteza expandida de medição relatada (U95%) é a incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, o qual, para uma distribuição t com Veff graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95%.
- Procedimento de amostragem conforme POP 161 - Versão vigente.
- A incerteza declarada é dada em percentual.

Código de Verificação: 001081163005261600201900000

ELI CANDIDO DO BEM:52543897615
 17/06/2019 08:58:39

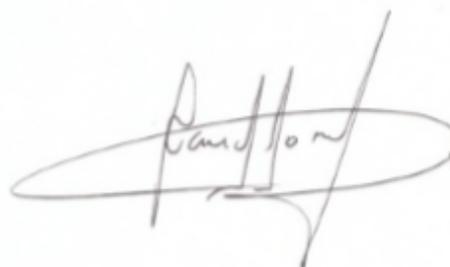
ICP-Brasil - 200424114002Z

Documento assinado eletronicamente conforme MP n^o 2.200-2/2001. O uso de certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil tem validade jurídica.



Amanda Canedo
 Campos Soares

Responsável pela
 conferência



Eli Cândido do Bem
 CRQ 2^a REG. 02407154
 Responsável Técnico

Relatório de Ensaio Nº: 373.2019.A- V.0

01. Dados Contratação:			
Solicitante:			
Razão Social:	257 - Laysla Alves Rodrigues		
CNPJ/CPF:	130.674.116-50		
Proposta Comercial:	150.2019.V2		
Contato:	Laysla Alves Rodrigues E-mail: laysla.alvesrodrigues@yahoo.com.br		
02. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:			
Descrição da Amostra:	373.2019 - Torneira		
Endereço Amostragem:	Rua Major José Belegard, 294 Manoel Ribeiro Sobrino Cidade: Caratinga/MG CEP: 35300167		
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Ambiente: 27.00°C.		
Responsável pela Amostragem	Solicitante		
Ficha Amostragem:	366.2019		
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Tratada		
Data de Coleta:	06/06/2019 09:30:00	Característica da Amostra:	Simplex
Data Recebimento:	06/06/2019 16:42:39	Data Conferência:	14/06/2019 16:32:43
Data Início Amostra:	06/06/2019 16:57:15	responsavelConferencia:	Amanda campos
		Data Conclusão Amostra:	14/06/2019 13:52:22

03. Resultados:						
Parâmetros	Resultados	PRC N 5	Un	Incerteza L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
Sólidos Dissolvidos Totais	41,0	até 1.000,0	mg/L	1,6 5,0	ABNT NBR 10664-1989	06/06/2019
Sólidos Totais	52,0	Não especificado	mg/L	2,2 5,3	ABNT NBR 10664-1989	06/06/2019

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Portaria de Consolidação nº 5/2017 - Anexo XX do Ministério da Saúde.

Referência(s) Metodológica(s): Associação Brasileira de Normas Técnicas,

Relatório de Ensaio tipo A - Ensaio Acreditados conforme ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro,

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

Termo de Confidencialidade

Assumimos o compromisso de preservar o sigilo das informações e asseguramos que os relatórios serão reproduzidos exclusivamente para o cliente.

Observações

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas e só poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A incerteza expandida de medição relatada (U95%) é a incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, o qual, para uma distribuição t com Veff graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95%.
- Procedimento de amostragem conforme POP 161 - Versão vigente.
- A incerteza declarada é dada em percentual.

Código de Verificação: 001081163005261630201900000

ELI CANDIDO DO BEM:52543897615
17/06/2019 08:58:40

ICP-Brasil - 200424114002Z

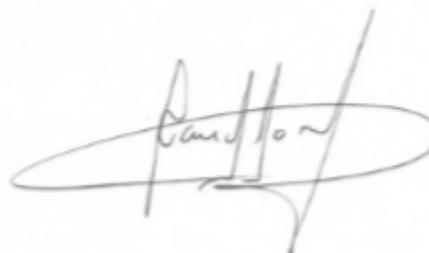


Documento assinado eletronicamente conforme MP nº 2.200-2/2001. O uso de certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil tem validade jurídica.



Amanda Canedo
Campos Soares

Responsável pela
conferência



Eli Cândido do Bem
CRQ 2ª REG. 02407154
Responsável Técnico

Relatório de Ensaio Nº: 373.2019.B- V.0

01. Dados Contratação:			
Solicitante:			
Razão Social:	257 - Laysla Alves Rodrigues		
CNPJ/CPF:	130.674.116-50		
Proposta Comercial:	150.2019.V2		
Contato:	Laysla Alves Rodrigues E-mail: laysla.alvesrodrigues@yahoo.com.br		
02. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:			
Descrição da Amostra:	373.2019 - Torneira		
Endereço Amostragem:	Rua Major José Belegard,294 Manoel Ribeiro Sobrino Cidade: Caratinga/MG CEP: 35300167		
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Ambiente: 27.00°C,		
Responsável pela Amostragem	Solicitante		
Ficha Amostragem:	366.2019		
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Tratada		
Data de Coleta:	06/06/2019 09:30:00	Característica da Amostra:	Simplex
Data Recebimento:	06/06/2019 16:42:39	Data Conferência:	14/06/2019 16:32:43
Data Início Amostra:	06/06/2019 16:57:15	responsavelConferencia:	Amanda.campos
		Data Conclusão Amostra:	14/06/2019 13:52:22

03. Resultados:						
Parâmetros	Resultados	PRC N 5	Un	Incerteza L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
Cloretos	8,9	até 250,0	mg/L	- 1,0	SMWW 4500 Cl B - 23ª Ed.	06/06/2019
Matéria Orgânica	0,2	Não especificado	mg/L	- -	Titulométrico (Oxidação por KMnO4).	06/06/2019
Sulfeto	16,30	até 250,0	mg/L	- 5,00	Cloreto de Bário	06/06/2019

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme Portaria de Consolidação nº 5/2017 - Anexo XX do Ministério da Saúde.

Referência(s) Metodológica(s): Manual Afkakit, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23Ed,

Relatório de Ensaio tipo B

Legenda

mg/L - Miligrama por Litro,

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

Termo de Confidencialidade

Assumimos o compromisso de preservar o sigilo das informações e asseguramos que os relatórios serão reproduzidos exclusivamente para o cliente.

Observações

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas e só poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A incerteza expandida de medição relatada (U95%) é a incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência k, o qual, para uma distribuição t com Veff graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95%.
- Procedimento de amostragem conforme POP 161 - Versão vigente.
- A incerteza declarada é dada em percentual.

Código de Verificação: 001081163005261630201900000

ELI CANDIDO DO BEM:52543897615

17/06/2019 08:58:41

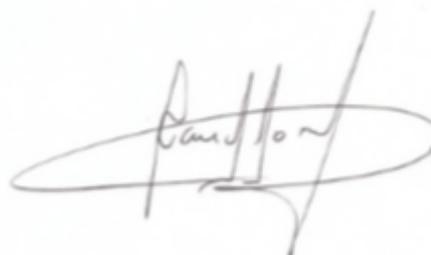
ICP-Brasil - 2004241140022

Documento assinado eletronicamente conforme MP nº 2.200-2/2001. O uso de certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil tem validade jurídica.



Amanda Cenedo
Campos Soares

Responsável pela
conferência



Eli Cândido do Bem
CRQ 2ª REG. 02407154
Responsável Técnico