

**FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**JÚLIO CÉSAR PIMENTEL DE OLIVEIRA CRUZ  
NATÁLIA DOS SANTOS CAMPOS**

**ANALISE DA RESISTENCIA DE BLOCOS SEXTAVADO EM RUAS DO  
MUNICIPIO DE CARATINGA**

**CARATINGA**

**2018**

**JÚLIO CÉSAR PIMENTEL DE OLIVEIRA CRUZ  
NATÁLIA DOS SANTOS CAMPOS**

**FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**ANALISE DA RESISTENCIA DE BLOCOS SEXTAVADO EM RUAS DO  
MUNICIPIO DE CARATINGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Pavimentação

Orientador: Prof. Msc. Sanderson Dutra  
Rocha Gouvêa

**CARATINGA**

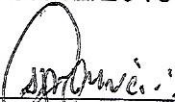
**2018**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

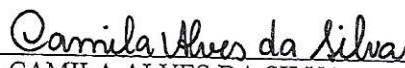
O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE BLOCOS SEXTAVADOS EM RUAS DO MUNICÍPIO DE CARATINGA, elaborado pelo(s) aluno(s) JÚLIO CÉSAR PIMENTEL DE OLIVEIRA CRUZ e NATÁLIA DOS SANTOS CAMPOS foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

Caratinga 07/12/2018

  
SANDERSON DÚTRA ROCHA CORRÊA  
Prof. Orientador

  
SÉRGIO ALVES DOS REIS  
Prof. Avaliador 1

  
CAMILA ALVES DA SILVA  
Prof. Examinador 2

## **AGRADECIMENTO**

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, pela nossa existência nesse plano, por nos dar saúde, sabedoria e força de vontade para chegarmos até aqui.

Aos nossos familiares que foram o suporte para nossas conquistas, contribuindo de forma direta e indireta para o alcance deste sucesso, nossos sinceros agradecimentos.

Agradecemos ao Professor Msc. José Salvador pelos conhecimentos e orientações transmitidas, pelos companheirismo e pronta disponibilidade para resolução dos problemas encontrados por este árduo caminho.

Agradecemos aos Professores Msc. João Moreira e Camila Silva, pelas sabias dicas no início deste trabalho científico.

Agradecemos ao nosso orientador Professor Msc Sanderson Dutra, pelas orientações e correções nos momentos de maior sufoco.

Agradecemos aos demais professores da instituição de ensino Faculdades Doctum de Caratinga, por todos seus conhecimentos repassados durante todo o curso.

E finalmente agradecemos a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BCS - Blocos de concreto sextavado

CBR - California Bearing Ratio

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

NBR - Normas Brasileiras

## LISTA DE SIMBOLOS E UNIDADES

*cm* - Centímetros

*CP-V ARI* - Cimento Portland de Alta Resistencia Inicial

*fck* - Resistência Característica do Concreto à Compressão

*fpk* - Resistência Característica à Compressão das Peças Intertravadas

*IE* - Índice Esclerométrico

*IE (I)* - Primeira media do índice de esclerometria;

*IE (II)* - Segunda media do índice de esclerometria;

*IE (MEDIO)* - Media entre os *IE(I)* e *IE(II)*;

*IE<sub>a</sub>* - Índice Esclerométrico Médio Efetivo;

*IE<sub>i</sub>* - Índice Esclerométrico Médio

*IE<sub>nom</sub>* - Índice Esclerométrico Nominal

*K* - Coeficiente de correção

*mm* - Milímetros

*Mpa* - Megapascal

*n* - Número de impacto na bigorna de aço;

*m<sup>2</sup>* - Metro quadrado

% - Porcentagem

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização de Caratinga-MG.....	29
Figura 2: Extração de BCS das vias de Caratinga/MG.....	31
Figura 3: Critérios para realizar ensaio de esclerometria.....	33
Figura 4: BCS demarcados para teste de esclerometria.....	34
Figura 5: Realização do ensaio de esclerometria.....	35
Figura 6: Resultado obtido com impacto esclerômetro.....	35
Figura 7: Fendilhamentos e afundamentos encontrados na Rua Herculano Leite de Matos.....	50
Figura 8 : Fendilhamentos e desgastes superficial encontrados na Rua Raymundo Cimini.....	51
Figura 9: Fendilhamentos, afundamentos e desgastes superficial encontrados na Rua Joaquim Vieira Loures.....	52
Figura 10: Panelas encontradas na Praça Marta Carlli.....	53
Figura 11: Panelas encontradas na Travessa Guardiã das Palmeiras.....	54
Figura 12: Fendilhamentos encontrados na Rua do Santuário.....	55
Figura 13: Panelas, fendilhamentos e afundamentos encontrados na Rua Geraldo Cevidanes.....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo da resistência dos BCS das ruas com o exigido por norma.....	39
Gráfico 2: Comparativo da resistência dos BCS das ruas com o exigido por norma.....	40
Gráfico 3- Comparativo da resistência dos BCS das ruas com o exigido por norma.....	41
Gráfico 4- Comparativo da resistência dos BCS das ruas com o exigido por norma.....	42



## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Resistência Característica à Compressão ( $f_{pk}$ ).....	24
Quadro 02: Quantidade de amostras a serem retiradas das ruas.....	30
Quadro 03- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	57
Quadro 04- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	57
Quadro 05- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	58
Quadro 06- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	58
Quadro 07- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	59
Quadro 08- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	59
Quadro 09- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	60
Quadro 10- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	60
Quadro 11- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	61
Quadro 12- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	61
Quadro 13- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	62
Quadro 14- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	62
Quadro 15- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	63
Quadro 16- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	63

Quadro 17- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	64
Quadro 18- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	64
Quadro 19- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	65
Quadro 20- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	65
Quadro 21- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	66
Quadro 22- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	66
Quadro 23- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	67
Quadro 24- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	67
Quadro 25- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	68
Quadro 26- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	68
Quadro 27- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	69
Quadro 28- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	69
Quadro 29- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	70
Quadro 30- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	70
Quadro 31- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	71
Quadro 32- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	71

Quadro 33- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	72
Quadro 34- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	72
Quadro 35- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	73
Quadro 36- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	73
Quadro 37- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	74
Quadro 38- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	74
Quadro 39- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01.....	75
Quadro 40- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02.....	75
Quadro 41- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03.....	76
Quadro 42- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04.....	76
Quadro 43- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05.....	77
Quadro 44- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06.....	77
Quadro 45: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS da rua Herculano Leite de Matos.....	78
Quadro 46: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS da Praça Marta Carlli.....	78
Quadro 47: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS da rua Raymundo Cimini.....	79
Quadro 48: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS rua Joaquim Vieira Loures.....	79
Quadro 49: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS da Travessa Guardiã das Palmeiras.....	80
Quadro 50: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS rua Geraldo Cevidanes.....	80
Quadro 51: Obtenção do <i>fck</i> dos BCS da rua do Santuário.....	81

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho é coletar amostras das ruas do município de Caratinga e através de testes de inspeção e laboratoriais calcular a dureza superficial do concreto dos blocos.

A ABNT NBR 7584:2012 rege as normas necessárias para o teste de esclerometria. Após selecionadas as peças e colocadas em superfície regularizada, faz se o uso do aparelho denominado esclerometro, que quando tem sua mola comprimida dispara um golpe. O aparelho afere os valores de cada golpe em relação a compressão da mola e dá um resultado que será usado em uma série de equações matemáticas para se obter a resistência característica do concreto.

Foram retirados 6 blocos de cada rua, sendo que sempre em um raio de 50 metros do primeiro. Selecionou-se apenas blocos próximos aos que apresentavam alguma espécie de patologia.

Nenhuma das ruas obteve o mínimo exigido pela norma, a rua que apresentou melhor resultado obteve 19 Mpa de resistência, cerca de 55% da média que é 35Mpa. A rua que apresentou menor resistência obteve 9 Mpa, cerca de 25%. Apesar de todas as ruas apresentarem valores baixos em relação ao mínimo exigido pela norma, a maioria das ruas se apresenta em boas condições. Isso pode ser devido ao baixo trafego, ou a execução do pavimento pouco tempo atrás, em vista que esse tipo de pavimento perdura por décadas.

Como nenhuma das ruas apresentou a resistência mínima exigida pela norma, nem mesmo a metade, a opção que melhor encaixa nesse caso é a troca total de toda a pavimentação. Deve ser feito um outro estudo que leve em consideração o custo benefício, além das necessidades dos locais, em vista que composição asfáltica tem sido mais usada ultimamente. Das ruas que não se apresentaram em bom estado, uma das principais causas são as chuvas, má confecção da base, escolha pobre de materiais na confecção dos blocos e uma possível falha no calculo e dimensionamento do trafego que seria exigido.

**Palavras chaves:** Pavimentação; Blocos de concreto sextavados; Patologias.

## ABSTRACT

The objective of the present work is to collect samples from the streets of the municipality of Caratinga and through inspection and laboratory tests to calculate the surface hardness of concrete blocks.

ABNT NBR 7584: 2012 governs the standards required for the sclerometry test. After selecting the pieces and placed on a regularized surface, the device is called the sclerometer, which when it has its spring compresses a blow. The apparatus sets the values of each stroke against the compression of the spring and gives a result that will be used in a series of mathematical equations to obtain the characteristic resistance of the concrete.

Six blocks were removed from each street, always within a radius of 50 meters from the first. Only blocks close to those that presented some kind of pathology were selected.

None of the streets had the minimum required by the norm, the street that presented the best result obtained 19 Mpa of resistance, about 55% of the average that is 35Mpa. The street that presented less resistance obtained 9 Mpa, about 25%. Although all streets are low compared to the minimum required by the standard, most streets are in good condition. This may be due to low traffic, or the execution of the pavement a short time ago, since this type of pavement lasts for decades.

As none of the streets had the minimum resistance required by the standard, not even the half, the option that best fits in this case is the total exchange of all the paving. Another study should be done that takes into account the cost benefit, in addition to the needs of the places, since asphalt composition has been used more lately. Of the streets that did not appear in good condition, one of the main causes is the rains, bad preparation of the base, poor choice of materials in the confection of the blocks and a possible failure in the calculation and sizing of the traffic that would be required.

**Key Words:** Flooring; Hexagonal concrete blocks; Pathologies.

## SUMARIO

<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS E UNIDADES.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Contextualização.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>16</b>
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivo Específico.....	16
<b>1.3 Estrutura do trabalho.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>

<b>2.1 Breve histórico da Pavimentação.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Funções e tipologias dos pavimentos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Pavimento com blocos de concreto sextavados.....</b>	<b>21</b>
2.3.1 Estrutura do Pavimento.....	21
2.3.2 Intertravamento dos blocos.....	22
2.3.3 Características dos Blocos.....	23
2.3.4 Materiais componentes dos blocos.....	24
2.3.4.1 Cimento Portland.....	24
2.3.4.2 Agregado Graúdo e Miúdo.....	25
2.3.4.3 Água.....	25
2.3.5 Deteriorações mais frequentes em pavimentos com BCS.....	26
<b>2.4 Ensaios para verificação do desempenho ou qualidade.....</b>	<b>27</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Localização.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Procedimento de retirada das peças de BCS.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3 Ensaios técnicos.....</b>	<b>31</b>
3.3.1 Ensaio de inspeção visual.....	31
3.3.2 Ensaio de Resistência Característica à Compressão (f <sub>pk</sub> ).....	32
3.3.3 Ensaio de Resistência Superficial.....	32
<b>3.4 Classificação de tráfego.....</b>	<b>37</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANALISES.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Rua Herculano Leite de Matos e Raymundo Cimini.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Praça Marta Carlli e Joaquim Vieira Loures.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3 Travessa Guardião das Palmeiras, Geraldo Cevidanes e Santuário.....</b>	<b>42</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO D.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>78</b>





# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Pavimentação pode ser basicamente o reflexo da necessidade de criar, e posteriormente melhorar, os métodos de transporte e comunicação dos povos antigos. A utilização de blocos intertravados de concreto para pavimentação surgiu no final do século XIX, porém o avanço no uso deste tipo de pavimento ocorreu após a Segunda Guerra Mundial. No período de 1990, os blocos que eram comuns na Europa tiveram espaço no Brasil, tanto em vias quanto em calçamentos.

Na maioria das cidades do nosso país, as vias urbanas são em sua totalidade revestidas por asfaltos. Porém, uma parcela mínima ainda se preserva nos métodos antigos: revestimento com bloco de pedra, ou blocos de concreto. Um dos principais motivos para a substituição desses pavimentos seriam o surgimento de variadas patologias que, em alguns casos, são decorrentes pelo longo período em que foram assentados.

Atualmente, a utilização de blocos intertravados de concreto para pavimentação vem crescendo, sendo utilizados principalmente em parques, praças, calçadas, ruas e pátios. O avanço da utilização de blocos intertravados é devido às suas características, entre elas estão o baixo custo de manutenção, remoção da área pavimentada e reutilização de aproximadamente 95% das peças. Após a execução da pavimentação o tráfego de pessoas e veículos é imediato, não há necessidade de aguardar o tempo de cura; a mão de obra não precisa ser especializada, facilidade de assentamento das peças e possui uma diversidade de cores e formatos.

No município de Caratinga ainda existe algumas vias pavimentadas por blocos de concreto sextavados, e nelas são encontradas patologias tais como afundamentos, desgastes superficiais, fendilhamentos, panelas e buracos.

O objetivo do presente estudo é através de ensaios laboratoriais de resistência característica a compressão e inspeção visual, ambos regulamentados pela ABNT NBR 9781:2013, testar e concluir quais são as patologias encontradas na pavimentação presente.

As respostas para o presente estudo foram encontradas através de testes laboratoriais. Os testes feitos analisaram minuciosamente alguns parâmetros que

atuam diretamente no desempenho dos blocos, como: resistência mecânica à compressão e inspeção visual.

Esses testes foram feitos com blocos existentes nas ruas da cidade, sendo que todos os blocos que retirou-se das vias foram repostos e tiveram total apoio da secretária de obras de Caratinga.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Analisar resistência da pavimentação em BCS das vias do município de Caratinga, através de testes laboratoriais, dentro da ABNT NBR 9781:2013 Peças de concreto para pavimentação – Especificação.

### **1.2.2 Objetivo Específico**

Como objetivos específicos, tem-se:

- Verificar resistências dos BCS das ruas já pavimentadas;
- Apontar possíveis causas caso a resistência não atinja o proposto pela norma.

## **1.3 Estrutura do trabalho**

Capítulo 1- No capítulo inicial é feita uma introdução do assunto abordado no trabalho apresentando de maneira breve o tema e a problematização do estudo. Contém ainda os objetos e estrutura da monografia.

Capítulo 2- Apresenta-se um estudo de caso sobre o tema proposto, abrangendo-se os conceitos de pavimentação, BCS, tipologias de pavimentos, estruturas de pavimentos, intertravamentos de BCS, características dos BCS e deteriorações existentes nas vias estudadas.

Capitulo 3- Abrange-se os procedimentos para retirada dos BCS para o desenvolvimento dos testes laboratoriais de resistência característica à compressão e inspeção visual.

Capitulo 4- Neste capitulo é exposto e apresentado os resultados das análises obtidas nos testes, identificando as principais divergências encontradas nas ruas.

Capitulo 5- Este capítulo é reservado para conclusão, referências bibliográficas citadas para dar embasamento ao trabalho realizado e anexos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Breve histórico da Pavimentação

Pavimentação pode ser basicamente o reflexo da necessidade de criar, e posteriormente melhorar, os métodos de transporte e comunicação dos povos antigos. Devido a distância exagerada entre vilas e cidades antigamente, tudo era muito difícil, transporte de matérias, de pessoas, comunicação e afins. Então, entre 800 e 350 a.C. apareceram os primeiros relatos de rotas específicas a fim de diminuir as dificuldades existentes na época (CRUZ, 2003).

Um dos primeiros relatos, são dos povos Etruscos. Para facilitar o comércio de mercadorias e transporte de pessoas e animais entre os vilarejos, eles criaram caminhos específicos levando em conta o que tinham de conhecimento na época. Surgiram então uma das primeiras artimanhas de pavimentação conhecida, a fim de melhorar esses caminhos e ganhar estabilidade, os Etruscos usaram pedra de mão e alguns materiais finos como revestimento dos supostos caminhos (WIEBBELING, 2015).

Nos próximos 500 anos aproximadamente, foi a vez de Roma acrescentar inovações ao assunto. Até 150 a.C., Roma conseguiu trazer inúmeras melhorias para a pavimentação. Roma era um dos maiores impérios na época, e em meio a sua expansão, criou-se a necessidade de melhores estradas. Fosse para transporte, comércio e principalmente, movimentação de suas tropas, o que era crucial na época. A princípio Roma levava em consideração a topografia dos locais, disponibilidade de material in natura e local a ser confeccionada as estradas. Além disso, eles já usavam solos arenosos junto de rochas naturais mais facilmente encontradas na região, daí a necessidade do estudo prévio do local (CRUZ, 2003).

Ainda de acordo com Cruz (2003), após o Império Romano dominar o que hoje é chamado Inglaterra, na época conhecido como Bretanha, surgiu um novo tipo de estrada. Dessa vez, a fim de evitar surpresas inimigas, eles faziam duas canaletas laterais paralelas as estradas e usavam o material retirado das canaletas para fazerem aterros e assim confeccionar o revestimento por cima. Existem relatos atuais, de escavações feitas em ruas antigas de Roma onde provam que eles confeccionavam

pavimentações com até 4 camadas de materiais diferentes, o que é bem parecido com a tecnologia atual.

Foi constatado também que os romanos tinham um breve conhecimento sobre os tipos de areia, tendo dividido elas em: areais extraídos de canais, areais extraídos de rios e areais in natura, esta última, provida de solos naturais encontrados nas redondezas. Além dessas inúmeras mudanças, também começaram a testar o acréscimo de cal ou calcário às areias criando um tipo de argamassa e melhorando a resistência da pavimentação (CRUZ, 2003).

Já próximo a 150 a.C., uma cidade na Itália descobriu um material com propriedades específicas chamado “puzzeal”, hoje conhecido como pozolana, e rapidamente perceberam que a mistura desse novo material à areia e cal aumentavam drasticamente a resistência mecânica da argamassa, impactando diretamente na pavimentação (CRUZ, 2003).

Segundo Bahiense (2011), houve indícios de registros de algumas patentes de peças pré-moldadas antes da primeira Guerra Mundial. Porém, sua fabricação aconteceu somente no século XIX, e sua ascensão foi após a Segunda Guerra Mundial, ao restabelecer os países da Alemanha e Holanda.

Senço (2001) ressalta a chegada dos blocos de concreto no Brasil por volta da década de 40, mais precisamente na cidade de São Paulo. A princípio foram pavimentados apenas pequenos trechos, com o intuito de analisarem as reações do novo tipo de pavimento implantado, e somente alguns anos depois, começaram a utilizar os blocos com maior frequência.

Tais mudanças durante os anos foram imprescindíveis para as tecnologias atuais. O presente trabalho aborda o uso de blocos de concreto sextavados (BCS), sendo assim há de acrescentar que peças segmentadas são usadas para confecção de pavimentos desde a idade média. A evolução desse tipo de pavimentação pode ser resumida em: blocos de argila, que são os mais antigos e eram aparelhados um a um. Logo após, surgiram os primeiros blocos confeccionados manualmente a fim de terem geometrias mais regulares, ajudando muito no nivelamento além da estética de uma pavimentação. Em terceiro tem-se blocos de madeira, no qual se destacavam a drástica redução de ruídos provocados. E por fim, os BCS (CRUZ, 2003).

## 2.2 Funções e tipologias dos pavimentos

Para Marques (2006), a função principal de um pavimento é resistir e distribuir os esforços provocados no solo da maneira mais uniforme possível além de melhorar a condição de rolamento. Sejam os esforços horizontais ou verticais.

Outras funções atribuídas aos pavimentos são: melhoria de estética, um melhor conforto através de um bom nivelamento e até mesmo um aumento de segurança. No caso do objeto de estudo escolhido, BCS, tem sua vida útil estendida e uma grande capacidade de resistir a esforços verticais devido à natureza rígida da pavimentação (MARQUES, 2006).

Segundo Maciel, (2007) os BCS outrora foram usados apenas para fins estéticos, porém, com o avanço das pesquisas, foi constatado que os mesmos ofereciam muito mais que isso. Algumas vantagens a serem consideradas sobre os BCS são sua resistência mecânica, que se deve ao travamento dos blocos e suas dimensões previamente calculadas para tal.

A manutenção mais barata, rápida e fácil que outros tipos de pavimentos, no caso do BCS, uma pequena equipe e algumas ferramentas são suficientes. Uma outra vantagem, é que comparada a alguns tipos de pavimento, e dependendo do tamanho do empreendimento, os BCS podem sair mais baratos, além do impacto ecológico que as outras pavimentações não têm (MACIEL, 2007).

O pavimento flexível resumidamente, são diferentes camadas e materiais sobrepostos e corretamente compactadas (salvo camadas naturais usadas) que tem como função distribuir a carga aplicada em sua base sem que ocorra a deformação dessas camadas.

As características e finalidades, tais como espessura e materiais usados das camadas, são previamente calculadas e estudadas em projeto para um melhor aproveitamento na confecção. A espessura por exemplo, depende estritamente do CBR e da solicitação mínima de eixo padrão. Já as camadas em sua maior parte não resistem a tração, e temos a incidência dos melhores materiais mais próximos de onde o esforço é aplicado, ou seja, na base. (MARQUES, 2006).

Os pavimentos rígidos trabalham essencialmente à tração, ao contrário dos pavimentos flexíveis. São constituídos basicamente de uma peça de concreto pre-dimensionada apoiada em uma camada denominada sub-base (MARQUES, 2006).

Tanto a placa pre-dimensionada de concreto, como a espessura, material e características da sub-base são previamente calculados em projeto levando em consideração as cargas que serão aplicadas e o coeficiente de reação do subleito. Ainda mais, levando em conta que a maior parte do esforço será retida por essas duas partes, podendo talvez, ser um pouco transferido para uma terceira camada de transição. A importância dessas duas camadas reflete a necessidade de uma boa interação entre ambas, para que as características essenciais desse tipo de pavimento sejam cumpridas (DNIT, 2006).

## **2.3 Pavimentos com blocos de concreto sextavado**

### **2.3.1 Estrutura do pavimento**

Para obtenção de um pavimento com boa qualidade e que desempenhe bem seu papel, é necessário um bom controle de execução de cada fase preparativa do mesmo. O local deve ser entendido como camadas de solo sobrepostas, e cada uma dessas camadas tem suas próprias especificações, não podendo em momento algum serem negligenciadas para evitar problemas futuros. Se tratando de BCS, as camadas que devem ser executadas são: subleito, sub-base, base, e camada de revestimento.

O subleito é a camada em que a maior parte das cargas e esforços irão atuar, visto que é o lugar no qual a pavimentação será apoiada, sendo geralmente dissipadas entre 60 e 150 centímetros. Não deve ser negligenciado pois é parte chave de todo o esquema, ao ser estudado deve se ter atenção especial ao seu índice CBR (traduzido do inglês, índice de suporte Califórnia, california bearing ratio) ao caso de ser muito baixo, menor que 2% o material não é propício para uso, e caso seja muito alto, acima de 20% o material pode ser usado como sub-base que é uma camada mais superficial e que exige um material melhor. Após a superfície do subleito estar regularizada, a chamamos de leito (MARQUES, 2006).

Em alguns casos, não é indicado a execução direta sobre o leito, seja por razões econômicas ou técnicas. Nesses casos, faz se o uso de uma sub-base, que é uma espécie de complemento para a base, ajudando e melhorando assim, suas qualidades para desempenhar 100% da função exigida (SANTOS, 2013).

Sub-bases podem ser estabilizadas de quatro maneiras: estabilizadas granulometricamente, estabilizadas com asfalto, estabilizadas com cimento, estabilizadas com cal. Sendo as 2 primeiras para sub-bases flexíveis e as duas últimas para sub-bases rígidas (MACIEL, 2007)

No caso das ruas estudadas nesse projeto, foram utilizadas bases estabilizadas granulometricamente, ou seja, uma camada constituída de mistura de solos e materiais pétreos que atendem determinadas faixas granulométricas.

Em um corte transversal, a base seria a camada mais alta, estando apenas sob a camada de rolamento ou revestimento, nela os esforços são recebidos diretamente e deverão ser distribuídos. Como dito anteriormente, pode existir ou não a necessidade de uma sub-base, quando não necessária, a base é confeccionada diretamente sobre o leito regularizado (DNIT, 2006).

A camada de revestimento é a primeira camada e talvez a única visível na maioria dos casos, tem por função resistir aos esforços verticais e horizontais, além de melhorar as condições de rolamento. Também conhecida como camada de revestimento, deve possuir boa impermeabilidade para preservar as camadas subsequentes, além de apresentar boa resistência ao intemperismo para evitar desgastes (MACIEL, 2007).

### 2.3.2 Intertravamento dos blocos

O intertravamento dos blocos é causado pelo ganho de resistências aos movimentos individuais dos blocos em relação as peças vizinhas, sendo eles, horizontal, vertical e rotação ou giração. (HALLACK, 1998)

Segundo Knapton (1996), o intertravamento horizontal é a capacidade das peças não se moverem horizontalmente em relação as vizinhas em qualquer tipo de arranjo de assentamento.

Resiste especialmente a esforços de cisalhamento horizontais, ou seja, onde existe a grande incidência de frenagens e acelerações constantemente. As juntas dos BCS são preenchidas completamente com areia, e em seguida são compactadas da melhor maneira possível, e é exatamente essa característica que confere ao revestimento a capacidade de resistir a esforços horizontais, pois a partir do momento



que as peças estão bem assentadas e com suas juntas preenchidas, a transferência de esforço de uma peça para as vizinhas fica menos trabalhosa. (MARQUES, 2007)

Para Knapton (1996), o intertravamento vertical é a capacidade das peças não se moverem verticalmente em relação as vizinhas. E Marques (2007) complementa dizendo que esse movimento é conseguido através dos esforços de cisalhamento absorvidos pelo rejuntamento de areia entre as peças e a capacidade estrutural das camadas inferiores do pavimento.

Para Knapton (1996), o intertravamento giratório ou rotacional é a capacidade das peças não girar em torno do seu próprio eixo em qualquer direção. Marques (2007), relata que esse movimento pode ocorrer pela espessura das juntas, tipo de tráfego, áreas de frenagem, aceleração e excesso de arrasto de pneus.

### 2.3.3 Características dos Blocos

Com o crescimento da utilização de pavimentos intertravados, houve uma demanda na criação de novas geometrias, cores e diversidades de áreas a utilizar tais peças.

Segundo Bahiense (2011), este tipo de pavimento é reconhecido pela grande facilidade de assentamento e baixo custo. Destaca-se que para execução e manutenção deste tipo de pavimento necessariamente não precisa ter mão-de-obra qualificada, nem maquinários sofisticados, apenas ferramentas manuais e equipe que saiba executar tais serviços.

No comercio, a unidade de compra desse tipo de material é fornecido em m<sup>2</sup>, sendo necessário a informação de quantas unidades contem um metro quadrado.

Para o desenvolvimento deste estudo de caso será utilizado blocos de concreto sextavados com dimensões variando entre 26 a 30cm, de acordo ao encontrados nas ruas e o bloco é classificado como tipo III: peças de concreto com formato geométrico característicos, como trapézios, hexágonos, triedros etc. com peso superior a 4 kg (ABNT NBR 9781:2013).

Ainda de acordo com ABNT NBR 9781:2013 os blocos de concreto para pavimentação devem atender as exigências da mesma em relação a resistência característica a compressão, como mostra o quadro 1:

Quadro 1 - Resistência Característica à Compressão ( $f_{pk}$ )

<b><math>f_{pk}</math></b> AOS 28 DIAS	$\geq 35$ MPa	$\geq 50$ MPa
<b>TRÁFEGO</b>	Pedestres Veículos leves e comerciais	Veículos especiais (de grande porte)

Fonte: Baseado na ABNT NBR 9781:2013

#### 2.3.4 Materiais componentes dos blocos

Para obter as propriedades exigidas nos BCS para pavimentação, é indispensável a boa qualidade dos agregados. As características destes materiais podem interferir na aderência com a pasta de cimento, influenciando, assim, a resistência das peças (MEDEIROS, 1993).

Ao se confeccionar BCS geralmente são utilizados os seguintes materiais: cimento Portland, agregados graúdos, agregados miúdos e água. E se necessário, pode haver adições de minerais e aditivos químicos (NBR 9781:2013).

##### 2.3.4.1 Cimento Portland

De acordo com a ABNT NBR 9781:2013, para a fabricação dos BCS para pavimentação pode ser utilizado qualquer tipo de cimento Portland, desde que atenda as especificações exigidas em normas.

Para Pirola (2011), o critério de escolha do tipo de cimento propicio deve considerar as seguintes recomendações: condições técnicas de desempenho exigidas pela Associação Brasileira de Normas técnicas; disponibilidade deste material na região de utilização.

Para a produção de peças pré-moldadas algumas empresas recomendam-se utilizar o CP V-ARI, por possuir alta resistência nas primeiras horas e desforma rápida, como mostra a tabela 1.

Tabela 01: Descrições do cimento CP V ARI

<b>CIMENTO CP V ARI</b>		
<b>TEMPO</b>	<b>RESISTENCIA</b>	<b>VARIAÇÕES</b>
7 dias	34 Mpa	±3%

Fonte: Baseada na ABNT NBR 5733:1991

#### 2.3.4.2 Agregado Graúdo e Miúdo

Segundo a ABNT NBR 9781:2013, os agregados utilizados para a fabricação de BCS podem ser de origens naturais, industriais ou reciclados, desde que sigam as especificações solicitadas em normas da ABNT.

A ABNT NBR 7211(2005) classifica duas diferentes formatos de agregados, sendo eles: Agregados miúdo aqueles em que os grãos que passa pela peneira de malha 4,75 mm, e ficam retidos na peneira de malha 150 µm; Agregados graúdos, são aqueles em que os grãos que passam na peneira de 75 mm e ficam retidos na peneira de 4,75 mm.

Os requisitos gerais para agregados, exigem que eles sejam grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos (ABNT NBR 7211:2005). Esses agregados são utilizados na fabricação de BCS para pavimentação e na preparação da base e sub base de pavimentos.

#### 2.3.4.3 Água

Para a produção de concreto de qualquer tipo, a água utilizada não pode haver nenhuma substancia que possa afetar sua resistência. Por isso é recomendado a utilização de água potável (ABNT NBR 15900 -1:2009).

A quantidade da água também pode ser prejudicial a resistência em que o concreto ira adquirir, pois o excesso de água diminui a qualidade do concreto, assim como a falta dela dificulta o processo de moldagem.

Na adição de água ao concreto torna-se um grande problema em pequenas quantidades de concreto, pois ocasiona variação na consistência e redução na resistência. Havendo consistência adequada, haverá garantia de boa trabalhabilidade e facilitação no lançamento e adensamento, permitindo praticidade na execução das peças. Sabe-se que a resistência é a propriedade fundamental do concreto para satisfazer os requisitos de estabilidade, sendo esta, muito importante para a durabilidade e impermeabilidade do concreto (FERNANDES, 2011).

### 2.3.5 Deteriorações mais frequentes em pavimentos com BCS

São diversas as deteriorações que se encontram em ruas pavimentadas, sejam elas causadas por má dosagem dos BCS ou má execução do pavimento, assim como uma base má dimensionada.

Segundo RIBEIRO (2017), as causas mais comuns para essas patologias são água da chuva, sobrecarga de veículos, materiais e espessuras inadequadas ou insuficientes para a construção do pavimento.

A má execução de uma pavimentação, seja no subleito ou no revestimento, certamente irá resultar em determinadas patologias. Assim como uma dosagem inferior as necessidades mínimas exigidas na fabricação dos BCS utilizados.

PINTO (2003) afirma que o desenvolvimento de patologias de um pavimento apoia-se no “princípio da cadeia de consequências”, pois uma patologia é característica de outra, e em grande número, torna-se prejudicial, deixando-se as vias danificadas.

O desgaste é consequência do excesso de arrancamento dos agregados. RIBEIRO (2017), afirma que o desgaste superficial está relacionado ao tráfego e ao intemperismo. A dosagem irregular ao fabricar BCS, tipos de materiais utilizados também são fatores para esta patologia.

Apesar da água da chuva causar o ser a causadora da maior parte dos desgastes, existem outros atenuantes que potencializam esse problema. Um exemplo seria a declividade. Levando em consideração as leis da física, onde existe uma maior declividade, a água escoar com maior velocidade aumentando exponencialmente o desgaste causado. Sobre esse detalhe, não existe nada que possa ser feito.

Outro detalhe que vale a pena ressaltar seria o tráfego das ruas. O excesso de veículos tem impacto direto no desgaste. Na maioria das vezes, é feito um estudo prévio baseado em uma média de tráfego, porém nem sempre é levado em consideração o fluxo. Em alguns casos, pode ser que o fluxo em uma direção supere vezes o fluxo na direção oposta. Esse seria um dos motivos de se encontrar algumas ruas com apenas um lado desgastado ou em pior condição em relação ao lado oposto (PINTO, 2003).

O fendilhamento são patologias genéricas que, de modo geral, são reconhecidas como fissuras e trincas.

Este tipo de patologia pode ser causado por vários motivos. Uma má escolha de materiais na fase inicial do projeto resulta em uma qualidade inferior a requerida. Um tráfego que foi subdimensionado tem grande impacto para esse tipo de patologia também. Além disso, uma má confecção de base e sub base pode implicar diretamente no fendilhamento, pois quando a base cede, o impacto não é transferido com toda sua eficiência, fazendo com que a peça absorva todo ele sozinha (PINTO, 2003).

As panelas, que também são conhecidas como buracos, surgem através da evolução de outras patologias ou até mesmo da água da chuva (DNIT, 2003).

Este tipo de patologia, em seu estado mais avançado, pode ser encontrado no revestimento em forma de cavidades, chegando até as camadas inferiores (PINTO, 2003).

O afundamento ocorre através de deformações plásticas ou permanente, caracterizada por cavidades da superfície do pavimento. As consequências para esta patologia podem ser resultantes de recalques de aterros recentemente construídos, deficiência de compactação, adensamento, ou até mesmo por volume de tráfego superior ao previsto no dimensionamento do projeto (DNIT, 2003).

## **2.4 Ensaios para verificação do desempenho ou qualidade**

Ao produzir peças de concreto, é necessário a realização de alguns testes que garantam a qualidade e durabilidade das peças a serem utilizadas.

Para o desenvolvimento do presente estudo, realizou-se o teste de inspeção visual baseado na ABNT NBR 9781:2013, que garante a boa qualidade das peças a

serem utilizadas nas vias, assim como o estado que elas se encontram atualmente.

Uma peça de concreto deve ser inspecionada visualmente, objetivando a identificação de peças com defeitos que possam vir a prejudicar o assentamento, o desempenho estrutural ou a estética do pavimento. As peças de concreto devem apresentar aspecto homogêneo, arestas regulares e ângulos retos e devem ser livres de rebarbas, defeitos, delaminação e descamação. Pequenas variações de coloração nas peças em virtude do processo de fabricação e da variação das matérias-primas são admitidas. O padrão de cor dos lotes deve ser acordado previamente entre o fornecedor e o cliente (ABNT NBR (9781:2013).

E o segundo teste a ser desenvolvido é o de resistência característica do concreto. A resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) devem atender os requisitos descritos a seguir quando atingirem os 28 dias, sendo eles: para tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha, resistência mínima de 35 Mpa; e para tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados, resistência mínima de 50 Mpa (ABNT NBR 9781:2013).

A ABNT NBR 9781:2013 descreve a realização do teste de resistência através de uma prensa de rompimento, que ao romper a peça de concreto, encontramos sua resistência.

A ABNT NBR 7584:2012 Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial do esclerômetro de reflexão – Método de ensaio, abrange outro método de ensaio para encontrar a resistência do concreto. Diferente da NBR citada anteriormente, a ABNT NBR 7584:2012 orienta ensaios de resistência através do aparelho esclerômetro, sendo ele, efetuado em laboratório ou in loco.

O ensaio esclerométrico é utilizado para a avaliação da dureza superficial do concreto e consiste de um procedimento padronizado em impactar uma superfície de concreto com uma determinada energia de impacto e medir o rebote ou a reflexão de uma massa padrão após o impacto no concreto. O ensaio é realizado por meio do esclerômetro de reflexão tipo Schmidt, constituído por um martelo controlado por mola que transmite uma carga a um êmbolo. Dessa forma, o índice esclerométrico é um valor numérico da reflexão do martelo, registrado em uma escala de medida, gerado pelo recuo que a massa controlada sofre após o choque (reflexão ou rebote) sobre o êmbolo (DIAS, 2013).

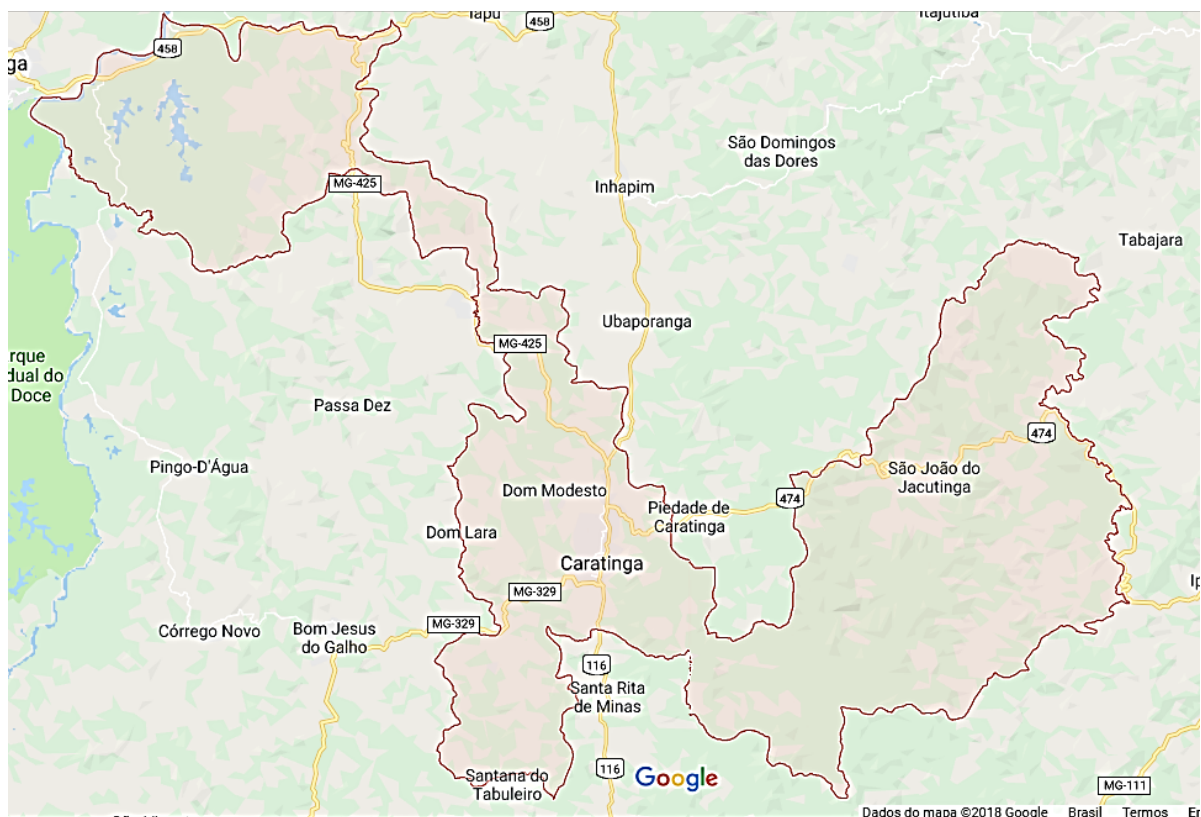
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

O presente estudo classifica-se em uma pesquisa aplicada para a solução de problemas específicos em áreas delimitadas, visando à melhoria ou ao progresso de um processo, ao desenvolvimento de atividades, ou alcance de metas e práticas.

#### 3.1 Localização

A cidade escolhida para estudo localiza-se no leste do estado de Minas Gerais, pertencente a microrregião de vertente Ocidental do Caparaó (Figura 01).

Figura 01: Localização de Caratinga-MG



Fonte: Google Maps (2018)

O município recebeu o nome de Caratinga, devido à enorme quantidade existente na época, de um vegetal de raiz tuberosa, conhecido como caratinga (cará branco). Hoje, a cidade possui 170 anos, e é reconhecida pelos seus cartões postais pelos nomes de Cidade das Palmeiras, por ter palmeiras no entorno de sua praça

central, ou Cidade do Menino Maluquinho, um monumento a margens da rodovia BR 116, que é fruto de um personagem das grandes histórias do Escritor Ziraldo, natural da cidade (PORTAL CARATINGA, 2018).

Caratinga possuem aproximadamente 35 bairros localizados ao redor da região central da cidade. Para o presente estudo, escolheu-se 7 ruas da cidade, cada uma delas, apresentando patologias diversificadas, e todas situadas em bairros distintos. sendo eles: Santa Cruz, Esperança, Esplanada, Santa Zita, Manoel Ribeiro Sobrinho, Zacarias e Nossa Senhora Das Graças.

### 3.2 Procedimento de retirada das peças de BCS

Para o exposto tema apresentado, necessitou-se a retirada de peças de BCS das ruas escolhidas e levadas ao local onde realizou-se o teste de resistência superficial de cada BCS. A quantidade de BCS que passou-se pelo teste de resistência superficial e inspeção visual de cada rua está representado no quadro 1 com suas respectivas dimensões.

Quadro 2: Quantidade de amostras a serem retiradas das ruas

LOGRADOURO	AREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	AREA EM ESTUDO (m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE DE PEÇAS (unidades)	DIMENSÕES (cm)
Praça Marta Carlli	307	300	6	29 x 19
Travessa Guardião das Palmeiras	232	232	6	26 x 16
Rua Geraldo Cevidanes	850	300	6	26 x 16
Rua do Santuário	822	300	6	29 x 16
Rua Herculano Leite de Matos	852,5	300	6	26 x 16
Rua Raymundo Cimini	755	300	6	29 x 19
Rua Joaquim Vieira Loures	647	300	6	29 x 19

Fonte: Autores



Com o documento de autorização fornecido pela secretaria de obras de da cidade de Caratinga, como consta no anexo A, foi retirado algumas amostras de BCS para realizar testes das mesmas (Figura 2).

Figura 02: Extração de BCS das vias de Caratinga/MG.



Fonte: Autores

Para a retirada dessas peças, contou-se com o auxílio de uma enxadinha, tinta para marcação das peças e novas peças de BCS fornecidas pela prefeitura de Caratinga para repor os locais onde foram retiradas as peças.

### **3.3 Ensaios técnicos**

Os ensaios exigidos pela ABNT NBR 9781:2013 aos BCS garante a qualidade e durabilidade dos objetos a serem utilizados em pavimentação. No presente estudo realizados testes com blocos retirados das ruas baseados na ABNT NBR 9781:2013, que encontra-se a resistência de cada peça utilizada.

#### **3.3.1 Ensaio de inspeção visual**

O teste de inspeção visual segundo a ABNT NBR 9781:2013 requer análises das peças no sentido de observar geometrias, bordas e qualidade das peças, pois não

poderá haver peças com bordas defasadas, apresentado rachaduras, ou qualquer outra patologia que modifique o formado da peça.

### 3.3.2 Ensaio de Resistência Característica à Compressão ( $f_{pk}$ )

Para conhecer a qualidade dos blocos de concreto para pavimentação, é necessário saber qual resistência adquirida pela peça.

Baseado na ABNT NBR 9781:2013, o cálculo elaborado para conhecer a resistência da peça é obtido através da equação 1, onde a carga de ruptura é encontrada em Newton (N), a área de carregamento em milímetros quadrados ( $mm^2$ ), o fator P é retirado da tabela 2, em função da altura da peça e o resultado é dado em megapascais (MPa).

Tabela 2: Fator multiplicativo  $P$

<b><i>Espessura nominal da peça (mm)</i></b>	<b><i>P</i></b>
60	0,95
80	1,00
100	1,05

Fonte: Baseada na ABNT NBR 5733:1991

$$\frac{\text{carga de ruptura}}{\text{area}} \times P \quad (1)$$

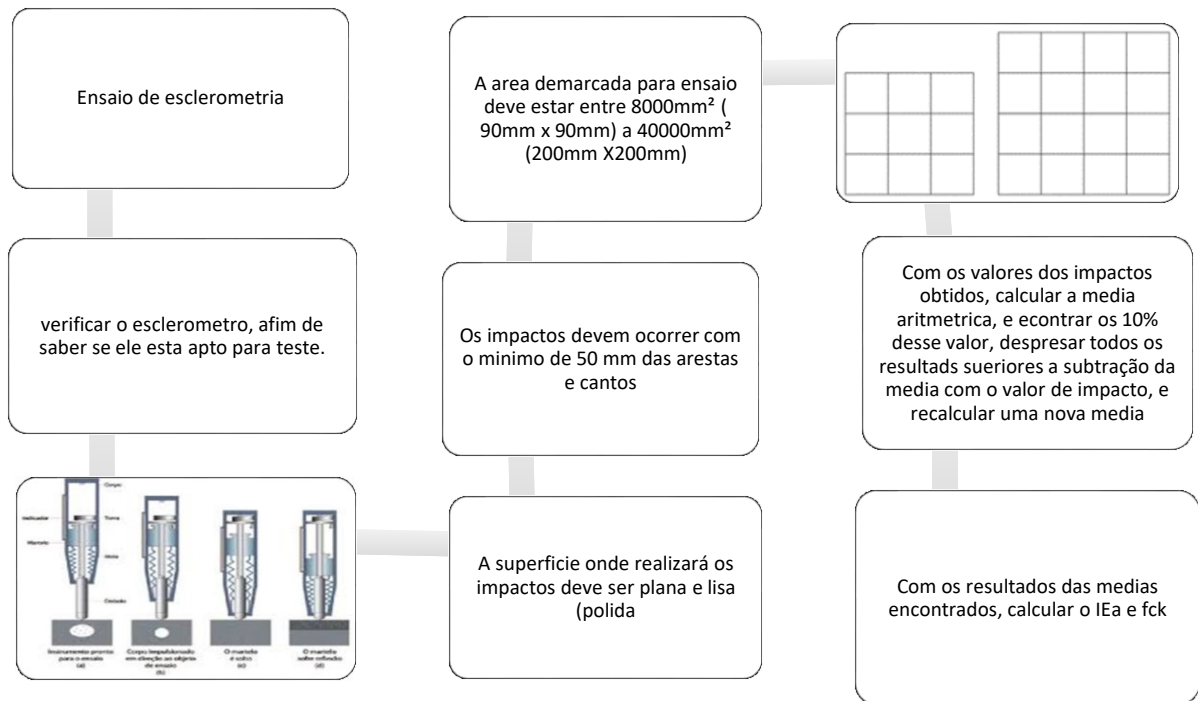
### 3.3.3 Ensaio de Resistência Superficial

Para conhecer a qualidade dos blocos de concreto para pavimentação, é necessário saber qual resistência adquirida pela peça.

Segundo a ABNT NBR 9781:2013 os blocos de concreto para pavimentação devem atender as exigências da mesma, sendo que a cada 300m<sup>2</sup> de peças de BCD sejam testadas no mínimo 6 amostras.

Para este ensaio, é necessário utilizar um aparelho de nome esclerômetro, e seguir algumas orientações que a ABNT NBR 7584:2012 sugere. Na figura 3, apresentará quais seriam essas orientações que a norma especifica.

Figura 3: Critérios para realizar ensaio de esclerometria



Fonte: adaptado da ABNT NBR 7584:2012.

O teste de resistência superficial do BCS apoiou-se na ABNT NBR 8574:2012, que avalia a dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão. Primeiro como se pede na ABNT NBR 8574:2012, antes de realizar o ensaio, é necessário verificar-se o esclerômetro para identificar se ele se encontra apto a ser utilizado. Para isso é preciso uma bigorna de aço, onde foi executado 10 impactos sobre a mesma. Feito isso, adquiriu-se o índice de esclerômetro médio de 79,6 então conclui-se que ele está apto a começar os testes, pois de acordo com a NBR, o índice do esclerômetro deve ser superior a 75.

Com os resultados obtidos neste procedimento, calcula-se o coeficiente de correção como mostra a equação 01 que será utilizado a diante no cálculo para descobrir a resistência dos BCS.

$$k = \frac{n.IE_{nom}}{\sum_{i=1}^n IE_i} \quad (2)$$

Onde:

$K$  = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;

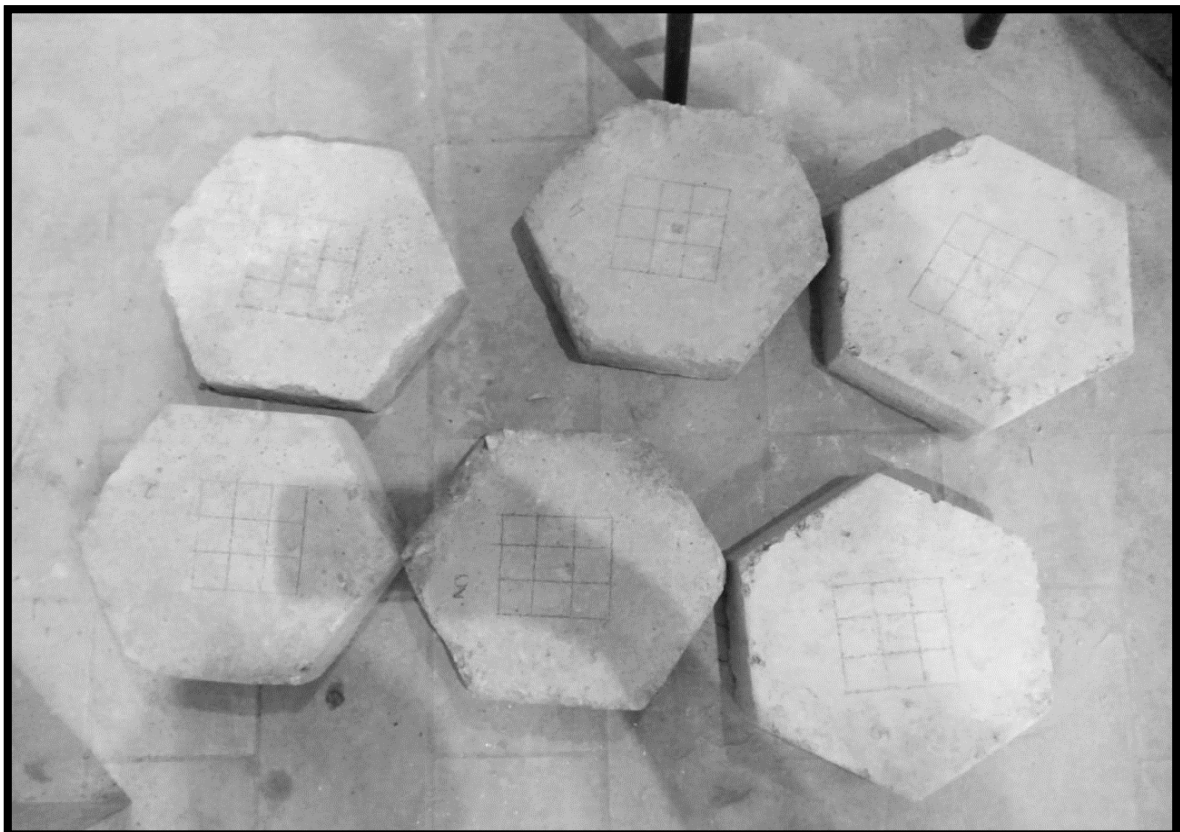
$n$  = número de impacto na bigorna de aço;

$IE_{nom}$  = índice esclerométrico nominal do aparelho na bigorna de aço, fornecido pelo fabricante no rotulo do esclerômetro;

$IE_i$  = índice esclerométrico obtido em cada impacto do esclerômetro na bigorna de aço.

Em uma superfície plana, foi espalhado os BCS separados por rua, limpou-se a superfície de cada BCS, com o auxílio de um lápis e uma régua, desenhamos na região central de cada peça, um quadrado de 90 mm por 90 mm, dividindo-se em mais 9 quadrados de 30 mm por 30 mm, como mostra a figura 4.

Figura 4: BCS demarcados para teste de esclerométi



FONTE: Autores

Em seguida foi executado em cada quadrado, um impacto com o esclerômetro como representado na figura 5.

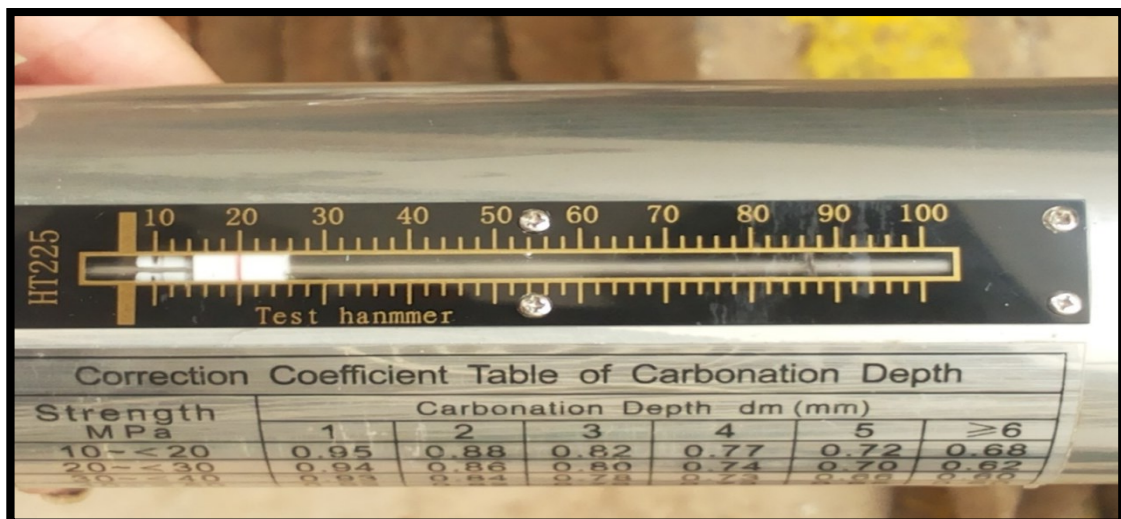
Figura 5: Realização do ensaio de esclerometria



FONTE: Autores

Por ultimo, anotou-se todos os valores encontrados na demarcação do aparelho esclerômetro figura 6.

Figura 6: Resultado obtido com impacto esclerômetro



FONTE: Autores

Com os valores obtidos em cada impacto, criou-se uma planilha no Excel para cada um dos BCS, onde especificou-se na primeira coluna pontos marcados, seguidos dos valores obtidos no impacto. Com os 09(nove) resultados obtidos, foi calculado a média aritmética, e encontrado o valor referente a 10% (dez por cento) da média aritmética. Logo após, na terceira coluna, obteve a diferença entre o resultado do impacto e a média aritmética encontrada, e se esse valor fosse superior ao valor de 10% da media encontrada, esse resultado é desprezado e uma nova média aritmética é calculada.

Todos os quadros com os valores dos testes de esclerometria se encontra no anexo C.

Após esta etapa finalizada, deu-se início ao cálculo de resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ ), onde agrupou-se os seis blocos de uma mesma rua, em uma única tabela, apresentando-se os possíveis resultados como mostraremos no item 5 desde trabalho.

Para a tabela de obtenção do  $f_{ck}$ , utilizamos a média inicial dos resultados dos valores aferidos, chamando de EI (I), (Índice Esclerométrico Primeiro). Seguido, calculou-se o IE (II), que seria a média aritmética do valor da subtração da media inicial pelo valor do impacto, desprezando os valores superiores a 10%, conforme a NBR 7584/2012.

Já o IE (médio) é o resultado da média entre os dois primeiros valores encontrados. Na quinta coluna, adotou-se o coeficiente de correção do índice esclerômetro como 1.03, baseado no cálculo feito a partir da equação 02 como mostra no item 3.3.1. Para o valor de  $IE_a$ , multiplicou-se a quarta coluna IE(médio) pela quinta coluna, como mostra a equação 03. (NBR 7584:2012)

$$IE_a = K \times IE(\text{médio}) \quad (3)$$

Onde:

$K$  = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;

$IE_a$  = índice esclerométrico médio efetivo;

$IE_i$  = índice esclerométrico médio.

E por fim, o cálculo para encontrar o fck de cada BCS testado. Para MAZER (2012), o cálculo de resistência do concreto pode ser calculado com base na seguinte equação:

$$Fck = \frac{0,19 \times IE_a^{2,0535}}{10} \quad (4)$$

No qual:

Fck é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

$IE_a$  = índice esclerométrico médio efetivo;

### **3.4 Classificação de trafego**

Para a classificação do trafego das ruas, foi elaborado um questionário (Anexo B) no qual entrevistou-se moradores de todas as ruas em análise, onde possibilitou-se a identificação de vias de trafego de pedestres e veículos leves, e trafego de veículos pesados.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANALISES**

Ao percorrer o campo e analisar todas as ruas, as patologias foram classificadas em 4 grupos. Após retiradas, as peças foram encaminhadas ao laboratório onde seriam analisadas. Vale ressaltar, que optou-se por peças em boas condições próximas a peças já deterioradas.

Ao levar as peças até a prensa existente no laboratório da instituição de ensino Faculdades Doctum de Caratinga, foi verificado que as peças possuíam dimensões maiores que a largura da prensa existente. Então não foi possível dar continuidade ao ensaio com a utilização da prensa, e assim optou-se por realizar o teste de resistência superficial das peças através da esclerometria, que possibilitou encontrar a resistência de cada bloco ensaiado.

Logo abaixo, separado em três grupos, tem-se os resultados encontrados nos testes realizados em blocos de concreto sextavados.

### **4.1 Rua Herculano Leite de Matos e Raymundo Cimini**

Este primeiro grupo estão as ruas que apresentaram menor resistência nos BCS, sendo que sua média não chegou aos 30% por exigido pela norma.

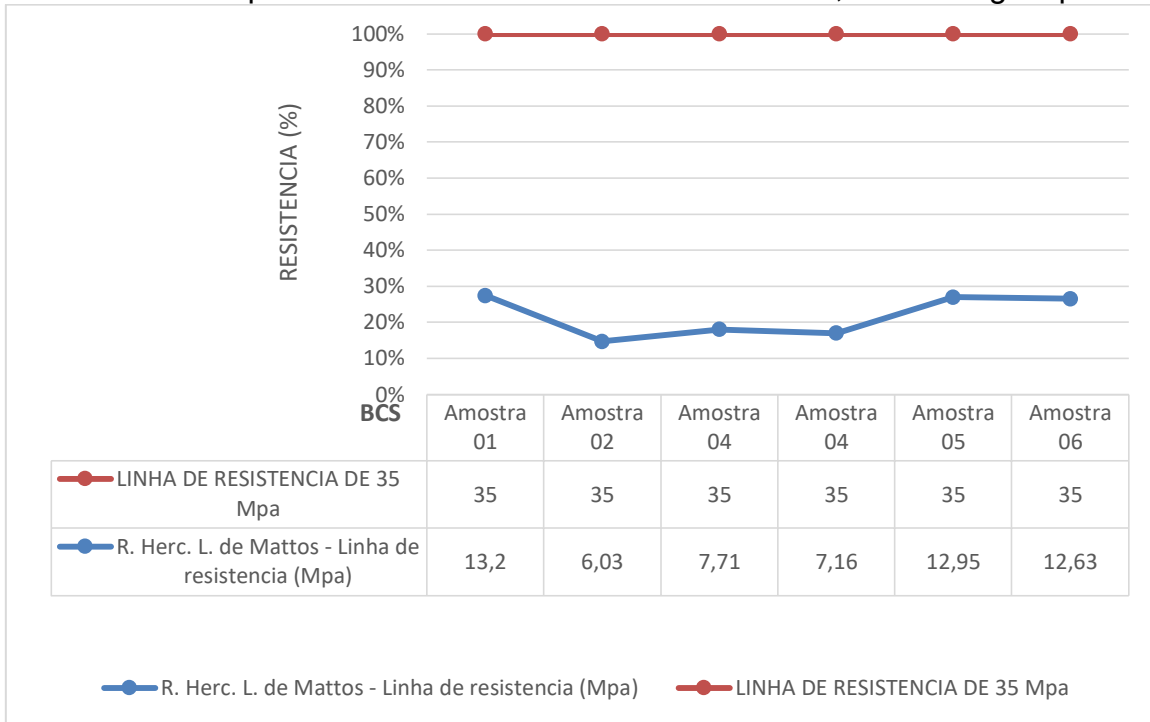
A rua Herculano Leite de Matos apresentou-se uma média de 9,94 MPa de resistência no teste do esclerometro, sendo 6,03 MPa a menor das amostras e 12,95 a maior. Essa média representa 28,4% da exigida pela norma. De todas as ruas que foram analisadas, essa foi a que apresentou menor média.

No levantamento feito entre os moradores dessa rua, seu fluxo é classificado como circulação de pedestres e veículos de pequeno porte, sendo assim, de acordo com a ABNT NBR 9781:2013, os blocos de concreto deveriam conter resistência mínima de 35 MPa.

O gráfico a seguir apresenta uma comparação entre a resistência dos BCS assentados na rua Herculano Leite de Matos, que não atingiu nem 30% do especificado na norma, e a resistência que os BCS deveriam possuir de acordo com a norma.



Gráfico 01: Comparativo da resistência dos BCS das ruas, com o exigido por norma



Fonte: Autores

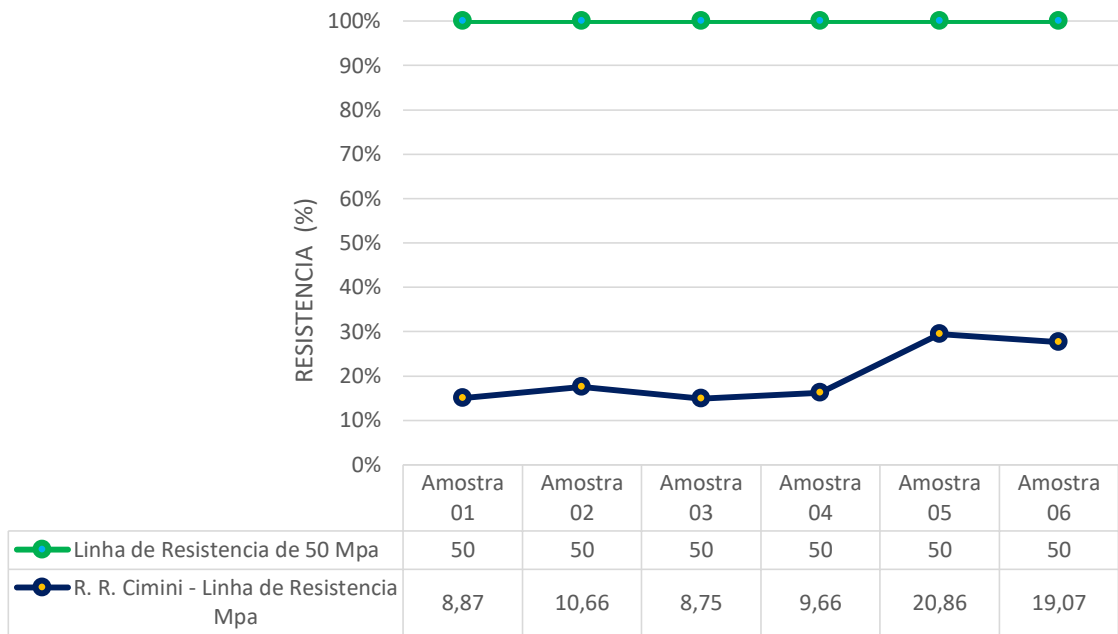
Nessa rua, a principal patologia encontrada foram os afundamentos. Raras peças apresentam desgastes superficiais ou fendilhamentos. Uma das prováveis causas dos afundamentos pode ser uma má execução da base ou uma escolha pobre dos materiais constituintes da mesma.

Apesar dos afundamentos, de maneira geral a rua apresenta uma boa estética, (Ver anexo C) isso é resultado do possuir poucos anos de vida útil e por ser um bairro residencial, ter pouco trafego, logo, pouca solicitação dos blocos. Para maiores detalhes, o quadro de resistência de cada peça se encontra no anexo D.

Seguido, temos a rua Raymundo Cimini que apresentou 12,97 Mpa de resistência, 25,94% do exigido pela norma. No levantamento feito entre os moradores das três ruas, conclui-se que somente a rua Raymundo Cimini possui um fluxo maior e mais pesado em sua via, devido a existência de um deposito de supermercado, baseado nisso, ela pode ser classificada como via de fluxo pesado, devendo ser constituída segundo a ABNT NBR 9781:2013, por peças de 50 Mpa.

O gráfico a seguir apresenta uma comparação entre a resistência dos BCS assentados na rua Raymundo Cimini, que não atingiu nem 30% do especificado na norma, e a resistência que os BCS deveriam possuir de acordo com a norma.

Gráfico 02: Comparativo da resistência dos BCS das ruas, com o exigido por norma



Fonte: Autores

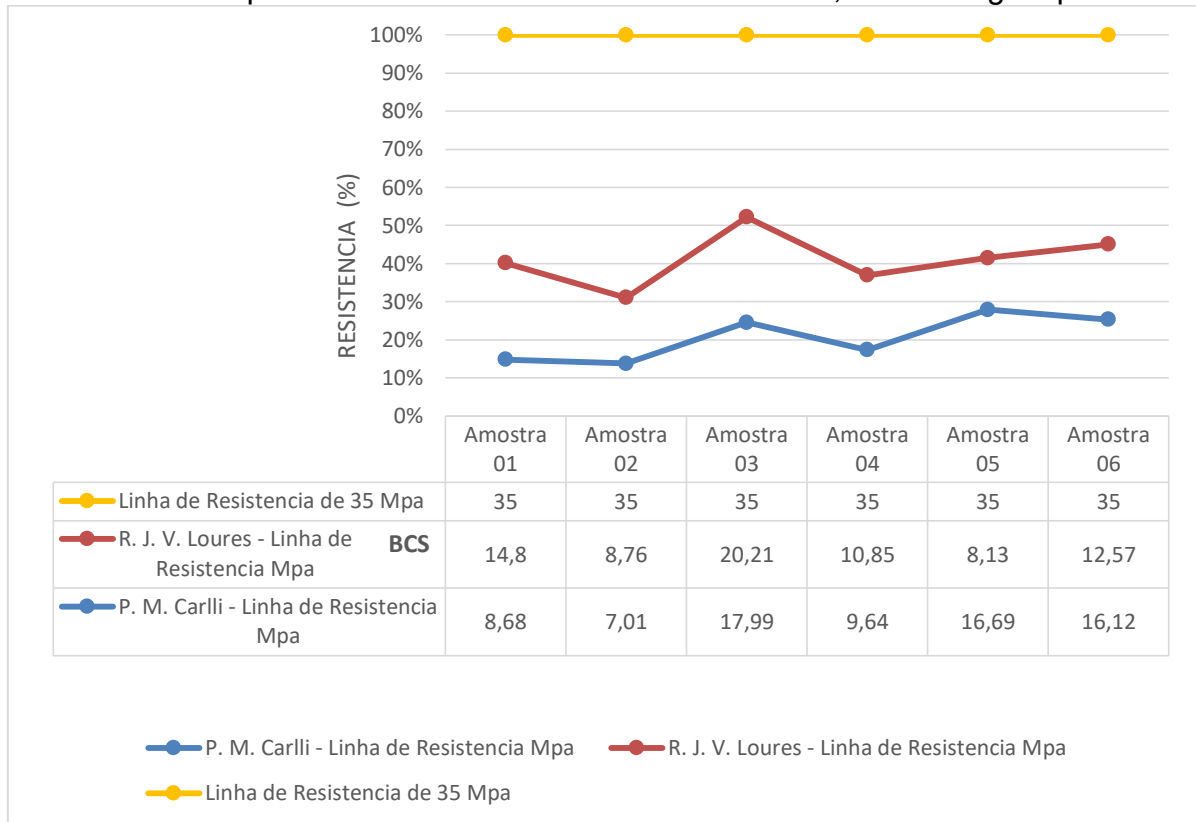
A rua Raymundo Cimini se apresenta em bom estado, salvo pelo desgaste superficial que provavelmente foi causado pelas chuvas que descem em alta velocidade do resto do bairro. Nas proximidades também existe o depósito de um mercado, que acaba exigindo uma resistência maior a esforços devido ao tráfego.

#### 4.2 Praça Marta Carlli e Joaquim Vieira Loures

Das ruas analisadas, esse grupo de duas ruas apresentaram os valores intermediários de resistência quando comparado com outras ruas. Porém, apesar de estar na posição média entre as ruas, a média unitária de cada uma foi bem abaixo do exigido pela norma. Em ordem crescente, temos a rua Joaquim Vieira Loures que apresentou-se 12,55 MPa de resistência no teste do esclerometro, 35% do exigido pela norma. Em seguida temos a Praça Marta Carlli que apresentou resistência de 12,68 MPa no teste, 36,22% do exigido pela norma. Já as outras duas vias, teve seu fluxo classificado como circulação de pedestres e veículos de pequeno porte, sendo assim, de acordo com a ABNT NBR 9781:2013, os blocos de concreto deveriam conter resistência mínima de 35 MPa.

O gráfico 03, demonstra um comparativo entre a resistência necessária que os blocos deveriam possuir, e a resistência real que eles possuem, sendo que para este grupo de ruas analisadas, os resultados das peças ensaiadas não chegam a 36% do valor exigido por norma.

Gráfico 03: comparativo da resistência dos BCS das ruas, com o exigido por norma



Fonte: Autores

A rua Joaquim Vieira Loures, que apresentou menor resistência do grupo tem predominância de panelas em suas patologias. Os principais motivos para isso são os próprios moradores que usam as peças para o próprio bel, e ao retirar uma peça o problema se estende as vizinhas, saindo assim de controle. Outra possível causa foi uma má execução do travamento das peças, que juntamente das chuvas acabaram desprendendo uma das outras.

A praça Marta Carli apresentou diversas patologias, afundamentos, panelas e desgastes superficiais. Uma das principais causas é o intenso trafego pontual que ali existe. A praça sedia a igreja do bairro, uma escola, cresce e um estacionamento, ou seja, em certas horas do dia o trafego ali supera até mesmo o do centro da cidade.

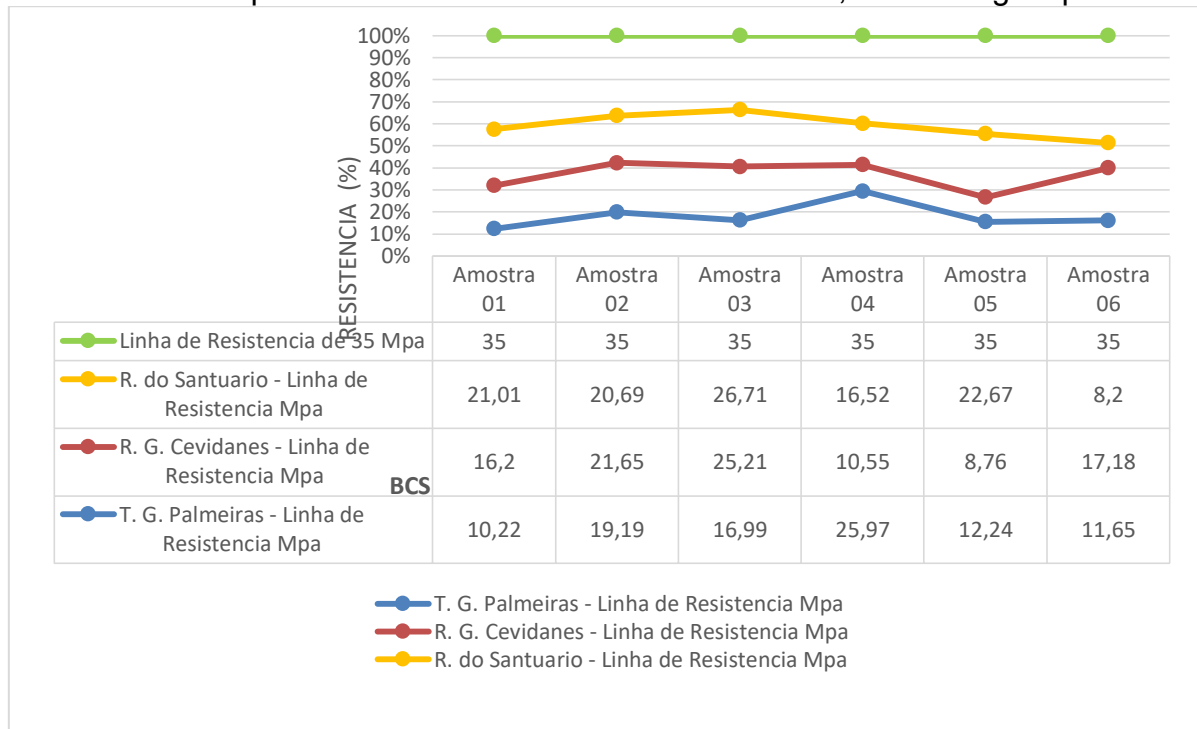
### 4.3 Travessa Guardião das Palmeiras, Geraldo Cevidanes e Rua do Santuário

Apesar de também apresentarem resistênciã abaixo da média nos testes feitos com esclerometro, esse grupo foi o que apresentou maior média em relação as ruas. Desse grupo, em ordem crescente temos a Rua Guardião das Palmeiras, Rua Geraldo Cevidanes e Rua do Santuário com resistências respectivas de 16,04 Mpa ( 45,82% do exigido pela norma ) , 16,59 MPa (47,40% do exigido pela norma) e 19,3 MPa ( 55,14% do exigido pela norma ).

No levantamento feito entre os moradores e vizinhos dessas ruas, seus fluxos são classificados como circulação de pedestres e veículos de pequeno porte, sendo assim, de acordo com a ABNT NBR 9781:2013, os blocos de concreto deveriam conter resistênciã mínima de 35 MPa.

O gráfico 04 demonstra um comparativo entre a resistênciã necessãria que os blocos deveriam possuir, e a resistênciã real que eles possuem. Para este grupo de ruas analisadas, apesar de serem as três que apresentou um maior nível de resistênciã, seus resultados ainda foram bem menor do que esperava pela norma em comparação, tendo sua média em torno de 56% da resistênciã exigida.

Gráfico 04: Comparativo da resistênciã dos BCS das ruas, com o exigido por norma



Fonte: Autores

A rua Guardião das Palmeiras apresentou a menor resistênciã do grupo, as patologias mais frequentes nela sãõ fendilhamentos e desgastes superficiais. Tais patologias sãõ reflexo do Batalhãõ de policiã militar que é locado nas proximidades, devido a isso, o trafego se torna muito intenso naquela áreã.

A rua Geraldo Cevidanes foi a rua encontrada em pior estado, apresenta todos os tipos de patologia em toda sua extensãõ, segundo os moradores, uma das causas foi a execuãõ em 3 etapas, cada uma usando materiais diferentes e equipes diferentes.

A rua do Santuário foi a que apresentou maior resistênciã dentre todas as ruas, esteticamente é a melhor rua também apresentando patologia apenas em suas laterais. As patologias podem ser causadas pela chuva, já que a rua tem uma inclinaãõ muito alta.

## 5 CONCLUSÃO

As peças de bloco de concreto sextavados foram levadas ao laboratório para ensaio com prensa hidráulica. Devido as dimensões dos blocos não serem compatíveis com a da prensa, os testes laboratoriais foram realizados com o esclerometro, fornecendo resultados que possibilitariam análises desejadas.

Com os resultados dos ensaios, conclui-se que todos os blocos apresentaram resistência abaixo do especificado em norma, sendo a média deles 15 Mpa de resistência, o menor apresentou-se 6 Mpa, e o maior atingiu 26 Mpa, 25% a menos que o mínimo exigido pela norma.

Uma das possíveis causas para tantas, que pode ser aplicada em qualquer uma das ruas estudadas são as chuvas. Porém, em algumas ruas fica claro outros tipos de negligencia no processo de execução do revestimento: uma base mal tratada e com um nivelamento pobre; a escolha de materiais de baixa qualidade para a confecção tanto da base como do próprio bloco de concreto sextavado; talvez uma possível fuga das diretrizes propostas em projeto. Cada um desses fatores por si só já afetam a resistência dos blocos, na maioria dos casos é possível ver a combinação de mais de um deles, tornando impossível que as patologias não se apresentem.

Em vista das patologias encontradas relacionadas aos resultados obtidos nos ensaios técnicos, a solução mais eficaz seria trocar todas as peças em toda a extensão das ruas. Porém, devido ao custo exacerbado essa opção acaba por se tornar inviável. A opção que melhor atende no momento seria uma troca parcial dos blocos onde tem-se um aglomerado maior de patologias ou até mesmo a troca do revestimento no local por outras opções mais viáveis.

## REFERÊNCIAS

**Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9781:2013. Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

**Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 7584:2012. Avaliação da dureza superficial pelo esclerometro de reflexão –Método de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

**Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 5733:1991. Cimento Portland de alta resistência inicial.** ABNT, Julho, 1991.

**Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 7211:2005 Agregados para concreto - Especificação.** ABNT, 2005.

BAHIENSE, Alexandre Vianna. **Pavimentos intertravados de matriz cimentícia incorporados com lama do beneficiamento de rochas ornamentais -** Universidade Estadual do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes-RJ. JUNHO – 2011.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

**Consulta CEP – Portal eletrônico.** Caratinga 2018. Disponível em: <<http://www.consultarcep.com.br/mg/caratinga/centro/rua-herculano-leite-de-matos/35300052>> Acesso em 23 de novembro de 2018.

CRUZ, Luiz Otávio Maia. **Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento** Rio De Janeiro, RJ – JUNHO DE 2003

DENIT, Departamento nacional de Infra- Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. **Manual de Pavimentação.** 3ª ed – Rio de Janeiro, 2006.

DIAS, João Fernando. **Influência de variáveis nos resultados de ensaios não destrutivos em estruturas de concreto armado**. Ciência & Engenharia, Junho, 2013.

FERNANDES, Franciele Martins. **Influência da adição de aditivo plastificante e água para manter o abatimento ao longo do tempo na resistência à compressão do concreto**. UNESC- Universidade do Extremo Sul Catarinense – 2011/01

HALLACK, A. (1998) **Dimensionamento de Pavimentos com Revestimento de Peças Pré-Moldadas de Concreto para Áreas Portuárias e Industriais**, Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo.

HOOD, Rogerio da Silva Scott. **Análise da viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. Dissertação (mestrado em engenharia civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PPGEC/UFRGS, Porto Alegre. 2006, 150p

MACIEL, Anderson Brum. **DOSSIÊ TÉCNICO - Pavimentos Intertravados**. SENAI-RS. Escola de Educação Profissional, Rio Grande do Sul, Dezembro, 2007.

MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. **Pavimentação**. Notas de aula. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Departamento de Transportes e Geotecnia. 2006

MEDEIROS, J.S.. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 1993.

OLIVEIRA, Alexandre de Lima. **Contribuição para a dosagem e produção de peças de concreto para pavimentação**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.



PINTO, Joana Isabel Baptista Rua. **Caracterização superficial de pavimentos rodoviários**. Dissertação (Mestrado em Vias de Comunicação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2003.

PIROLA, Fernanda Carvalho. **Contribuição para o estudo de concreto seco utilizado na fabricação de peças de concreto para pavimentação de 50Mpa**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Departamento de Engenharia Civil Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Florianópolis, 2011.

**Poder executivo de Caratinga – Portal eletrônico**. Caratinga 2018. Disponível em: < <http://www.caratinga.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/localizacao-e-dados-demograficos/6498>> Acesso em 04 de Outubro de 2018.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017.

SANTOS, Osvaldo Cruz. **Formulação de bloco intertravado cerâmico com adição de resíduos urbanos e industriais**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) Natal, 2013.

SENÇO, Wlastermiler. Livro **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Copyright Editora Pini LTDA, Volume 02, São Paulo, 2001. Págs. 642-645.

WIEBBELING, Paula Orvana Guimarães. **Pavimento com blocos intertravados de concreto: estudo de caso na Univates**. Lajeado, novembro de 2015.

**ANEXO A****AUTORIZAÇÃO PARA RETIRADA DE BCS DAS RUAS DE CARATINGA-MG****Prefeitura Municipal de Caratinga**

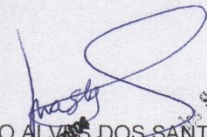
Estado de Minas Gerais

Secretaria Municipal de Obras Públicas e Defesa Social

**AUTORIZAÇÃO**

Autorizo os estudantes do 10º período de Engenharia Civil da Faculdade Integrada de Caratinga, Natália dos Santos Campos e Júlio Cesar Pimentel de Oliveira Cruz a retirarem um bloquete da via pública e recolocá-lo no mesmo local depois da análise para fins de estudo realizada na referida instituição de ensino.

Caratinga, 03 de Outubro de 2018

  
MÁRCIO ALVES DOS SANTOS  
Secretário Municipal de Obras Públicas e Defesa Social

Márcio Alves dos Santos  
Secretário Municipal de Obras  
Públicas e Defesa Social

Márcio Alves dos Santos  
Secretário Municipal de Obras  
Públicas e Defesa Social

**ANEXO B**

Questionário para levantamento de dados das ruas.

Rua: \_\_\_\_\_

Questionário aplicado aos moradores das ruas estudadas:

Qual o padrão de automóvel que possui maior fluxo na rua?

- Veículos de porte pequeno
- Ônibus
- Caminhão

Esta rua pertence a rota da linha de ônibus da cidade?

- Sim
- Não

Se sim, qual o fluxo diário?

- Baixo ( até 5 vezes ao dia)
- Médio ( de 6 a 20 vezes ao dia)
- Alto ( acima de 21 vezes ao dia)

Qual a frequência diária de caminhões passantes na nesta via?

- Baixo ( até 10 caminhões ao dia)
- Médio ( de 11 a 50 caminhões ao dia)
- Alto ( acima de 51 caminhões ao dia)

Na sua opinião, você considera que essa rua foi pavimentada para circulação de veículos leves ou pesados?

- Leves
- Pesados

**ANEXO C**

Figura 7: Fendilhamentos e afundamentos encontrados na Rua Herculano Leite de Matos



Fonte: Autores

Figura 8: Fendilhamentos e desgastes superficial encontrados na Rua Raymundo Cimini



Fonte: Autores

Figura 9: Fendilhamentos, afundamentos e desgastes superficial encontrados na Rua Joaquim Vieira Loures



Fonte: Autores

Figura 10: Painéis encontrados na Praça Marta Carli



Fonte: Autores

Figura 11: Painéis encontrados na Travessa Guardião das Palmeiras



Fonte: Autores



Figura 12: Fendilhamentos encontrados na Rua do Santuário



Fonte: Autores

Figura 13: Painelas, fendilhamentos e afundamentos encontrados na Rua Geraldo Cevidanes



Fonte: Autores

## ANEXO D

Quadro 03- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01

<b>ESCLEROMETRIA BCS 01</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 01 - PRAÇA MARTA CARLLI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	20	1,00	
2	20	1,00	
3	22	3,00	Desprezar
4	16	-3,00	Desprezar
5	18	-1,00	
6	17	-2,00	Desprezar
7	19	0,00	
8	20	1,00	
9	19	0,00	
<b>MEDIA</b>	<b>19,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>19,33</b>
10% DA MEDIA	1,90		

Fonte: Autores

Quadro 04- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02

<b>ESCLEROMETRIA BCS 02</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 02 - PRAÇA MARTA CARLLI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	17	-0,33	
2	16	-1,33	
3	20	2,67	Desprezar
4	15	-2,33	Desprezar
5	17	-0,33	
6	20	2,67	Desprezar
7	18	0,67	
8	18	0,67	
9	15	-2,33	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>17,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>17,20</b>
10% DA MEDIA	1,73		

Fonte: Autores

Quadro 05- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - PRAÇA MARTA CARLLI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	22	-5,44	Desprezar
2	33	5,56	Desprezar
3	26	-1,44	
4	25	-2,44	
5	24	-3,44	Desprezar
6	32	4,56	Desprezar
7	27	-0,44	
8	30	2,56	
9	28	0,56	
<b>MEDIA</b>	<b>27,44</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>27,2</b>
10% DA MEDIA	2,74		

Fonte: Autores

Quadro 06- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - PRAÇA MARTA CARLLI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	18	-2,33	Desprezar
2	17	-3,33	Desprezar
3	20	-0,33	
4	22	1,67	
5	19	-1,33	
6	24	3,67	Desprezar
7	24	3,67	Desprezar
8	19	-1,33	
9	20	-0,33	
<b>MEDIA</b>	<b>20,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>20</b>
10% DA MEDIA	2,03		

Fonte: Autores

Quadro 07- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05

<b>ESCLEROMETRIA BCS 05</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 05 - PRAÇA MARTA CARLLI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	29	2,44	
2	28	1,44	
3	24	-2,56	
4	28	1,44	
5	30	3,44	Desprezar
6	24	-2,56	
7	23	-3,56	
8	24	-2,56	
9	29	2,44	
<b>MEDIA</b>	<b>26,56</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>26,13</b>
10% DA MEDIA	2,66		

Fonte: Autores

Quadro 08- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06

<b>ESCLEROMETRIA BCS 06</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 06 - PRAÇA MARTA CARLLI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	26	0,33	
2	27	1,33	
3	28	2,33	
4	24	-1,67	
5	26	0,33	
6	28	2,33	
7	24	-1,67	
8	26	0,33	
9	22	-3,67	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>25,67</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>26,13</b>
10% DA MEDIA	2,57		

Fonte: Autores

Quadro 09- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01

ESCLEROMETRIA BCS 01			
BCS	AMOSTRA 01 - GERALDO CEVIDANES		
PONTO DE IMPACTO	VALOR AFERIDO	DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA	SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS
1	25	-1,33	
2	23	-3,33	Desprezar
3	27	0,67	
4	26	-0,33	
5	30	3,67	Desprezar
6	20	-6,33	Desprezar
7	36	9,67	Desprezar
8	26	-0,33	
9	24	-2,33	
<b>MEDIA</b>	<b>26,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>25,6</b>
10% DA MEDIA	2,63		

Fonte: Autores

Quadro 10 - Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02

ESCLEROMETRIA BCS 02			
BCS	AMOSTRA 02 - GERALDO CEVIDANES		
PONTO DE IMPACTO	VALOR AFERIDO	DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA	SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS
1	26	-4,00	Desprezar
2	35	5,00	Desprezar
3	34	4,00	Desprezar
4	26	-4,00	Desprezar
5	28	-2,00	
6	30	0,00	
7	30	0,00	
8	28	-2,00	
9	33	3,00	
<b>MEDIA</b>	<b>30,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>29,80</b>
10% DA MEDIA	3,00		

Fonte: Autores

Quadro 11 - Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - GERALDO CEVIDANES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	27	-5,11	Desprezar
2	34	1,89	
3	33	0,89	
4	32	-0,11	
5	32	-0,11	
6	31	-1,11	
7	32	-0,11	
8	32	-0,11	
9	36	3,89	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>32,11</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>32,29</b>
10% DA MEDIA	3,21		

Fonte: Autores

Quadro 12- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - GERALDO CEVIDANES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	34	12,67	Desprezar
2	22	0,67	
3	20	-1,33	
4	18	-3,33	Desprezar
5	22	0,67	
6	18	-3,33	Desprezar
7	20	-1,33	
8	18	-3,33	Desprezar
9	20	-1,33	
<b>MEDIA</b>	<b>21,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>20,8</b>
10% DA MEDIA	2,13		

Fonte: Autores

Quadro 13- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 05

ESCLEROMETRIA BCS 05			
BCS	AMOSTRA 05 - GERALDO CEVIDANES		
PONTO DE IMPACTO	VALOR AFERIDO	DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA	SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS
1	18	-1,89	
2	22	2,11	Desprezar
3	17	-2,89	Desprezar
4	18	-1,89	
5	18	-1,89	
6	19	-0,89	
7	20	0,11	
8	22	2,11	Desprezar
9	25	5,11	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>19,89</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>18,60</b>
10% DA MEDIA	1,99		

Fonte: Autores

Quadro 14- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 06

ESCLEROMETRIA BCS 06			
BCS	AMOSTRA 06 - GERALDO CEVIDANES		
PONTO DE IMPACTO	VALOR AFERIDO	DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA	SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS
1	22	-5,11	Desprezar
2	32	4,89	Desprezar
3	25	-2,11	
4	26	-1,11	
5	28	0,89	
6	32	4,89	Desprezar
7	26	-1,11	
8	25	-2,11	
9	28	0,89	
<b>MEDIA</b>	<b>27,11</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>26,33</b>
10% DA MEDIA	2,71		

Fonte: Autores



Quadro 15- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01

<b>ESCLEROMETRIA BCS 01</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 01 - RUA DO SANTUARIO</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	28	-2,00	
2	27	-3,00	
3	27	-3,00	
4	32	2,00	
5	30	0,00	
6	34	4,00	Desprezar
7	29,5	-0,50	
8	29	-1,00	
9	33,5	3,50	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>30,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>28,93</b>
10% DA MEDIA	3,00		

Fonte: Autores

Quadro 16- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02

<b>ESCLEROMETRIA BCS 02</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 02 - RUA DO SANTUARIO</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	29	0,00	
2	31	2,00	
3	32	3,00	Desprezar
4	26	-3,00	Desprezar
5	29	0,00	
6	31	2,00	
7	26	-3,00	Desprezar
8	30	1,00	
9	27	-2,00	
<b>MEDIA</b>	<b>29,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>29,5</b>
10% DA MEDIA	2,90		

Fonte: Autores

Quadro 17- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - RUA DO SANTUARIO</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	36	2,89	
2	33	-0,11	
3	35	1,89	
4	37	3,89	Desprezar
5	30	-3,11	
6	32	-1,11	
7	29	-4,11	Desprezar
8	30	-3,11	
9	36	2,89	
<b>MEDIA</b>	<b>33,11</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>33,14</b>
10% DA MEDIA	3,31		

Fonte: Autores

Quadro 18- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - RUA DO SANTUARIO</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	31	4,78	Desprezar
2	28	1,78	
3	30	3,78	Desprezar
4	22	-4,22	Desprezar
5	25	-1,22	
6	28	1,78	
7	24	-2,22	
8	26	-0,22	
9	22	-4,22	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>26,22</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>26,2</b>
10% DA MEDIA	2,62		

Fonte: Autores

Quadro 19- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 05

ESCLEROMETRIA BCS 05			
BCS	AMOSTRA 05 - RUA DO SANTUARIO		
PONTO DE IMPACTO	VALOR AFERIDO	DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA	SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS
1	32	1,67	
2	32	1,67	
3	34	3,67	Desprezar
4	32	1,67	
5	28	-2,33	
6	29	-1,33	
7	26	-4,33	Desprezar
8	26	-4,33	Desprezar
9	34	3,67	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>30,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>30,88</b>
10% DA MEDIA	3,03		

Fonte: Autores

Quadro 20- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 06

ESCLEROMETRIA BCS 06			
BCS	AMOSTRA 06 - RUA DO SANTUARIO		
PONTO DE IMPACTO	VALOR AFERIDO	DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA	SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS
1	23	4,33	Desprezar
2	19	0,33	
3	23	4,33	Desprezar
4	20	1,33	
5	13	-5,67	Desprezar
6	18	-0,67	
7	17	-1,67	
8	19	0,33	
9	16	-2,67	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>18,67</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>18,6</b>
10% DA MEDIA	1,87		

Fonte: Autores

Quadro 21- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01

<b>ESCLEROMETRIA BCS 01</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 01 - HERCULANO LEITE DE MATOS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	22	-1,22	
2	25	1,78	
3	19	-4,22	Desprezar
4	20	-3,22	Desprezar
5	26	2,78	Desprezar
6	26	2,78	Desprezar
7	24	0,78	
8	24	0,78	
9	23	-0,22	
<b>MEDIA</b>	<b>23,22</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>23,60</b>
10% DA MEDIA	2,32		

Fonte: Autores

Quadro 22- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02

<b>ESCLEROMETRIA BCS 02</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 02 - HERCULANO LEITE DE MATOS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	17	-0,67	
2	16	-1,67	
3	20	2,33	Desprezar
4	15	-2,67	Desprezar
5	22	4,33	Desprezar
6	18	0,33	
7	18	0,33	
8	18	0,33	
9	15	-2,67	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>17,67</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>14,4</b>
10% DA MEDIA	1,77		

Fonte: Autores

Quadro 23- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - HERCULANO LEITE DE MATOS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	22	3,22	Desprezar
2	21	2,22	Desprezar
3	19	0,22	
4	16	-2,78	Desprezar
5	22	3,22	Desprezar
6	17	-1,78	
7	18	-0,78	
8	17	-1,78	
9	17	-1,78	
<b>MEDIA</b>	<b>18,78</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>17,6</b>
10% DA MEDIA	1,88		

Fonte: Autores

Quadro 24- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - HERCULANO LEITE DE MATOS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	20	2,89	Desprezar
2	16	-1,11	
3	19	1,89	
4	15	-2,11	Desprezar
5	17	-0,11	
6	18	0,89	
7	18	0,89	
8	16	-1,11	
9	15	-2,11	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>17,11</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>17,33</b>
10% DA MEDIA	1,71		

Fonte: Autores

Quadro 25- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05

<b>ESCLEROMETRIA BCS 05</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 05 - HERCULANO LEITE DE MATOS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	19	-3,56	Desprezar
2	18	-4,56	Desprezar
3	24	1,44	
4	25	2,44	
5	27	4,44	Desprezar
6	19	-3,56	Desprezar
7	24	1,44	
8	24	1,44	
9	23	0,44	
<b>MEDIA</b>	<b>22,56</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>24</b>
10% DA MEDIA	2,26		

Fonte: Autores

Quadro 26- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06

<b>ESCLEROMETRIA BCS 06</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 06 - HERCULANO LEITE DE MATOS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	23	0,00	
2	24	1,00	
3	21	-2,00	
4	25	2,00	
5	25	2,00	
6	20	-3,00	Desprezar
7	22	-1,00	
8	21	-2,00	
9	26	3,00	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>23,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>23</b>
10% DA MEDIA	2,30		

Fonte: Autores

Quadro 27- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 01

<b>ESCLEROMETRIA BCS 01</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 01 - TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	22	1,22	
2	18	-2,78	Desprezar
3	20	-0,78	
4	21	0,22	
5	20	-0,78	
6	21	0,22	
7	19	-1,78	
8	22	1,22	
9	24	3,22	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>20,78</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>20,71</b>
10% DA MEDIA	2,08		

Fonte: Autores

Quadro 28 - Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 02

<b>ESCLEROMETRIA BCS 02</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 02 - TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	33	4,44	Desprezar
2	26	-2,56	
3	25	-3,56	Desprezar
4	31	2,44	
5	28	-0,56	
6	29	0,44	
7	27	-1,56	
8	26	-2,56	
9	32	3,44	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>28,56</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>27,83</b>
10% DA MEDIA	2,86		

Fonte: Autores

Quadro 29- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	28	1,00	
2	25	-2,00	
3	27	0,00	
4	25	-2,00	
5	30	3,00	Desprezar
6	27	0,00	
7	30	3,00	Desprezar
8	25	-2,00	
9	26	-1,00	
<b>MEDIA</b>	<b>27,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>26,14</b>
10% DA MEDIA	2,70		

Fonte: Autores

Quadro 30- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	35	2,33	
2	31	-1,67	
3	33	0,33	
4	35	2,33	
5	31	-1,67	
6	34	1,33	
7	32	-0,67	
8	33	0,33	
9	30	-2,67	
<b>MEDIA</b>	<b>32,67</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>32,67</b>
10% DA MEDIA	3,27		

Fonte: Autores



Quadro 31- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 05

<b>ESCLEROMETRIA BCS 05</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 05 - TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	20	-3,11	Desprezar
2	24	0,89	
3	23	-0,11	
4	20	-3,11	Desprezar
5	26	2,89	Desprezar
6	21	-2,11	
7	24	0,89	
8	24	0,89	
9	26	2,89	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>23,11</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>23,2</b>
10% DA MEDIA	2,31		

Fonte: Autores

Quadro 32- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 06

<b>ESCLEROMETRIA BCS 06</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 06 - TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	21	-1,22	
2	25	2,78	Desprezar
3	26	3,78	Desprezar
4	17	-5,22	Desprezar
5	23	0,78	
6	22	-0,22	
7	20	-2,22	
8	24	1,78	
9	22	-0,22	
<b>MEDIA</b>	<b>22,22</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>22</b>
10% DA MEDIA	2,22		

Fonte: Autores

Quadro 33- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01

<b>ESCLEROMETRIA BCS 01</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 01 - RAYMUNDO CIMINI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	18	-1,72	
2	19	-0,72	
3	20	0,28	
4	18	-1,72	
5	17	-2,72	Desprezar
6	23	3,28	Desprezar
7	23,5	3,78	Desprezar
8	21	1,28	
9	18	-1,72	
<b>MEDIA</b>	<b>19,72</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>19,00</b>
10% DA MEDIA	1,97		

Fonte: Autores

Quadro 34- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02

<b>ESCLEROMETRIA BCS 02</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 02 - RAYMUNDO CIMINI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	22	0,78	
2	18	-3,22	Desprezar
3	19	-2,22	Desprezar
4	24	2,78	Desprezar
5	23	1,78	
6	21	-0,22	
7	23	1,78	
8	22	0,78	
9	19	-2,22	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>21,22</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>21,13</b>
10% DA MEDIA	2,12		

Fonte: Autores

Quadro 35- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - RAYMUNDO CIMINI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	19	-0,33	
2	18	-1,33	
3	17	-2,33	Desprezar
4	21	1,67	
5	20	0,67	
6	23	3,67	Desprezar
7	19	-0,33	
8	18	-1,33	
9	19	-0,33	
<b>MEDIA</b>	<b>19,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>19,14</b>
10% DA MEDIA	1,93		

Fonte: Autores

Quadro 36- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - RAYMUNDO CIMINI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	20	-0,22	
2	20	-0,22	
3	21	0,78	
4	20	-0,22	
5	23	2,78	Desprezar
6	21	0,78	
7	18	-2,22	Desprezar
8	19	-1,22	
9	20	-0,22	
<b>MEDIA</b>	<b>20,22</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>20,14</b>
10% DA MEDIA	2,02		

Fonte: Autores

Quadro 37- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 05

<b>ESCLEROMETRIA BCS 05</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 05 - RAYMUNDO CIMINI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	34	4,56	Desprezar
2	31	1,56	
3	31	1,56	
4	28	-1,44	
5	29	-0,44	
6	30	0,56	
7	27	-2,44	
8	29	-0,44	
9	26	-3,44	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>29,44</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>29,29</b>
10% DA MEDIA	2,94		

Fonte: Autores

Quadro 38- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerometria da amostra de BCS 06

<b>ESCLEROMETRIA BCS 06</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 06 - RAYMUNDO CIMINI</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	26	-1,89	
2	30	2,11	
3	29	1,11	
4	32	4,11	Desprezar
5	25	-2,89	Desprezar
6	24	-3,89	Desprezar
7	27	-0,89	
8	28	0,11	
9	30	2,11	
<b>MEDIA</b>	<b>27,89</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>28,33</b>
10% DA MEDIA	2,79		

Fonte: Autores

Quadro 39- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 01

<b>ESCLEROMETRIA BCS 01</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 01 - JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	25	0,06	
2	26	1,06	
3	23,5	-1,44	
4	24	-0,94	
5	28	3,06	Desprezar
6	19	-5,94	Desprezar
7	29	4,06	Desprezar
8	24	-0,94	
9	26	1,06	
<b>MEDIA</b>	<b>24,94</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>24,75</b>
10% DA MEDIA	2,49		

Fonte: Autores

Quadro 40- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 02

<b>ESCLEROMETRIA BCS 02</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 02 - JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	20	1,00	
2	20	1,00	
3	16	-3,00	Desprezar
4	18	-1,00	
5	22	3,00	Desprezar
6	18	-1,00	
7	22	3,00	
8	19	0,00	
9	16	-3,00	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>19,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>19,5</b>
10% DA MEDIA	1,90		

Fonte: Autores

Quadro 41- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 03

<b>ESCLEROMETRIA BCS 03</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 03 - JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	29	0,00	
2	27	-2,00	
3	30	1,00	
4	32	3,00	Desprezar
5	24	-5,00	Desprezar
6	30	1,00	
7	28	-1,00	
8	32	3,00	Desprezar
9	29	0,00	
<b>MEDIA</b>	<b>29,00</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>28,83</b>
10% DA MEDIA	2,90		

Fonte: Autores

Quadro 42- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 04

<b>ESCLEROMETRIA BCS 04</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 04 - JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	21	-0,11	
2	19	-2,11	
3	23	1,89	
4	20	-1,11	
5	19	-2,11	
6	23	1,89	
7	19	-2,11	
8	22	0,89	
9	24	2,89	Desprezar
<b>MEDIA</b>	<b>21,11</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>20,75</b>
10% DA MEDIA	2,11		

Fonte: Autores

Quadro43- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 05

<b>ESCLEROMETRIA BCS 05</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 05 - JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	18	-0,56	
2	18	-0,56	
3	19	0,44	
4	17	-1,56	
5	20	1,44	
6	19	0,44	
7	17	-1,56	
8	20	1,44	
9	19	0,44	
<b>MEDIA</b>	<b>18,56</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>18,56</b>
10% DA MEDIA	1,86		

Fonte: Autores

Quadro 44- Resultados de cálculo para obtenção do índice de esclerômetria da amostra de BCS 06

<b>ESCLEROMETRIA BCS 06</b>			
<b>BCS</b>	<b>AMOSTRA 06 - JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>		
<b>PONTO DE IMPACTO</b>	<b>VALOR AFERIDO</b>	<b>DIFERENÇA ENTRE O VALOR E A MEDIA</b>	<b>SINALIZAR OS VALORES DESPREZADOS</b>
1	25	1,67	
2	26	2,67	Desprezar
3	23	-0,33	
4	21	-2,33	
5	23	-0,33	
6	22	-1,33	
7	26	2,67	Desprezar
8	22	-1,33	
9	22	-1,33	
<b>MEDIA</b>	<b>23,33</b>	<b>NOVA MEDIA</b>	<b>22,57</b>
10% DA MEDIA	2,33		

Fonte: Autores

## ANEXO E

Quadro 45: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS da rua Herculano Leite de Matos

HERCULANO LEITE DE MATOS						
ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DOS BCS						
BCS	IE (I)	IE (II)	IE MEDIO	K	IEa MEDIO	$f_{ck}$
Amostra 01	23	24	23,50	1,03	24,21	13,20
Amostra 02	17,67	14,4	16,04	1,03	16,52	6,02
Amostra 03	18,67	17,5	18,09	1,03	18,63	7,71
Amostra 04	17,11	17,77	17,44	1,03	17,96	7,16
Amostra 05	22,56	24	23,28	1,03	23,98	12,95
Amostra 06	23	23	23,00	1,03	23,69	12,63

Legenda:  
 BCS = Blocos de Concreto Sextavado;  
 IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;  
 IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;  
 IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);  
 K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;  
 [(IE)]\_a = índice esclerométrico médio efetivo;  
 Fck é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores

Quadro 46: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS da Praça Marta Carlli

PRAÇA MARTA CARLLI						
ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DE BCS						
BCS	IE (I)	IE (II)	IE MEDIO	K	IEa MEDIO	$f_{ck}$
Amostra 01	19	19,33	19,17	1,03	19,74	8,68
Amostra 02	17,56	17,33	17,45	1,03	17,97	7,16
Amostra 03	27,22	26,5	26,86	1,03	27,67	17,37
Amostra 04	20,33	20	20,17	1,03	20,77	9,64
Amostra 05	26,56	26,13	26,35	1,03	27,14	16,69
Amostra 06	25,67	26,13	25,90	1,03	26,68	16,12

Legenda:  
 BCS = Blocos de Concreto Sextavado;  
 IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;  
 IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;  
 IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);  
 K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;  
 [(IE)]\_a = índice esclerométrico médio efetivo;  
 Fck é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores



Quadro 47: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS da rua Raymundo Cimini

<b>RAYMUNDO CIMINI</b>						
<b>ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DOS BCS</b>						
<b>BCS</b>	<b>IE (I)</b>	<b>IE (II)</b>	<b>IE MEDIO</b>	<b>K</b>	<b>IEa MEDIO</b>	<b><math>f_{ck}</math></b>
<i>Amostra 01</i>	19,72	19	19,36	1,03	19,94	8,87
<i>Amostra 02</i>	21,22	21,13	21,18	1,03	21,81	10,66
<i>Amostra 03</i>	19,33	19,14	19,24	1,03	19,81	8,75
<i>Amostra 04</i>	20,22	20,14	20,18	1,03	20,79	9,66
<i>Amostra 05</i>	29,44	29,29	29,37	1,03	30,25	20,86
<i>Amostra 06</i>	27,89	28,33	28,11	1,03	28,95	19,07

Legenda:  
 BCS = Blocos de Concreto Sextavado;  
 IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;  
 IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;  
 IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);  
 K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;  
 [(IE)]\_a = índice esclerométrico médio efetivo;  
 Fck é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores

Quadro 48: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS rua Joaquim Vieira Loures

<b>JOAQUIM VIEIRA LOURES</b>						
<b>ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DOS BCS</b>						
<b>BCS</b>	<b>IE (I)</b>	<b>IE (II)</b>	<b>IE MEDIO</b>	<b>K</b>	<b>IEa MEDIO</b>	<b><math>f_{ck}</math></b>
<i>Amostra 01</i>	24,94	24,75	24,85	1,03	25,59	14,80
<i>Amostra 02</i>	19	19,5	19,25	1,03	19,83	8,76
<i>Amostra 03</i>	29	28,83	28,92	1,03	29,78	20,21
<i>Amostra 04</i>	21,22	21,5	21,36	1,03	22,00	10,85
<i>Amostra 05</i>	18,56	18,56	18,56	1,03	19,12	8,13
<i>Amostra 06</i>	23,33	22,57	22,95	1,03	23,64	12,57

Legenda:  
 BCS = Blocos de Concreto Sextavado;  
 IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;  
 IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;  
 IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);  
 K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;  
 [(IE)]\_a = índice esclerométrico médio efetivo;  
 Fck é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores

Quadro 49: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS da Travessa Guardião das Palmeiras

<b>TRAVESSA GUARDIÃO DAS PALMEIRAS</b>						
<b>ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DOS BCS</b>						
<b>BCS</b>	<b>IE (I)</b>	<b>IE (II)</b>	<b>IE MEDIO</b>	<b>K</b>	<b>IEa MEDIO</b>	<b><math>f_{ck}</math></b>
<i>Amostra 01</i>	20,78	20,71	20,75	1,03	21,37	10,22
<i>Amostra 02</i>	28,56	27,83	28,20	1,03	29,04	19,19
<i>Amostra 03</i>	27	26,14	26,57	1,03	27,37	16,99
<i>Amostra 04</i>	32,67	32,67	32,67	1,03	33,65	25,97
<i>Amostra 05</i>	23,11	22,2	22,66	1,03	23,33	12,24
<i>Amostra 06</i>	22,22	22	22,11	1,03	22,77	11,65

Legenda:

BCS = Blocos de Concreto Sextavado;

IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;

IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;

IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);

K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;

[(IE)]\_a = índice esclerométrico médio efetivo;

$f_{ck}$  é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores

Quadro 50: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS rua Geraldo Cevidanes

<b>GERALDO CEVIDANES</b>						
<b>ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DOS BCS</b>						
<b>BCS</b>	<b>IE (I)</b>	<b>IE (II)</b>	<b>IE MEDIO</b>	<b>K</b>	<b>IEa MEDIO</b>	<b><math>f_{ck}</math></b>
<i>Amostra 01</i>	26,33	25,6	25,97	1,03	26,74	16,20
<i>Amostra 02</i>	30	29,8	29,90	1,03	30,80	21,65
<i>Amostra 03</i>	32,11	32,29	32,20	1,03	33,17	25,21
<i>Amostra 04</i>	21,33	20,8	21,07	1,03	21,70	10,55
<i>Amostra 05</i>	19,89	18,6	19,25	1,03	19,82	8,76
<i>Amostra 06</i>	27,11	26,33	26,72	1,03	27,52	17,18

Legenda:

BCS = Blocos de Concreto Sextavado;

IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;

IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;

IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);

K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;

[(IE)]\_a = índice esclerométrico médio efetivo;

$f_{ck}$  é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores

Quadro 51: Obtenção do  $f_{ck}$  dos BCS da rua do Santuário

<b>RUA DO SANTUARIO</b>						
<b>ENSAIO DE RESISTENCIA SUPERFICIAL DOS BCS</b>						
<b>BCS</b>	<b>IE (I)</b>	<b>IE (II)</b>	<b>IE MEDIO</b>	<b>K</b>	<b>IEa MEDIO</b>	<b><math>f_{ck}</math></b>
<i>Amostra 01</i>	30	28,93	29,47	1,03	30,35	21,01
<i>Amostra 02</i>	29	29,5	29,25	1,03	30,13	20,69
<i>Amostra 03</i>	33,11	33,14	33,13	1,03	34,12	26,71
<i>Amostra 04</i>	26,22	26,2	26,21	1,03	27,00	16,52
<i>Amostra 05</i>	30,33	30,83	30,58	1,03	31,50	22,67
<i>Amostra 06</i>	18,67	18,6	18,64	1,03	19,19	8,20

Legenda:

BCS = Blocos de Concreto Sextavado;

IE (I) = Primeira media do índice de esclerometria;

IE (II) = Segunda media do índice de esclerometria;

IE (MEDIO) = Media entre os IE(I) e IE(II);

K = é o coeficiente de correção do índice esclerômetro;

$[(IE)]_a$  = índice esclerométrico médio efetivo;

$f_{ck}$  é a resistência característica do concreto encontrada em Megapascal (Mpa);

Fonte: Autores