



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Walenf Carvalho da Silva

## ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO COM A ADIÇÃO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO QUÍMICO DA CASCA DO CARANGUEJO-UÇÁ

Palmas – TO

2018

Walenf Carvalho da Silva

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO COM A ADIÇÃO  
DO RESÍDUO DO TRATAMENTO QUÍMICO DA CASCA DO  
CARANGUEJO-UÇÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M. Sc. Roldão Pimentel de Araújo Junior.

Palmas – TO

2018

Walenf Carvalho da Silva

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO COM A ADIÇÃO  
DO RESÍDUO DO TRATAMENTO QUÍMICO DA CASCA DO  
CARANGUEJO-UÇÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e  
apresentado como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M. Sc. Roldão Pimentel de Araújo  
Junior.

Aprovado em: 13 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. M. Sc. Roldão Pimentel de Araújo Junior

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. Especialista. Fernando Moreno Suarte Junior

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. M. Sc. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo, quero agradecer à Deus pela proteção e sabedoria que Ele vem me concedendo durante essa jornada, o que me impulsiona e ajuda a alcançar meus objetivos.

Agradeço à minha família, de modo especial, a meus pais e meu irmão, que sempre apoiaram e deram-me forças nas horas mais difíceis, sobretudo me aconselhando a nunca desistir de lutar por meus sonhos.

Não poderia deixar de agradecer aos amigos que conquistei durante a faculdade: Augusto César, Alef Junior, Breno Ferreira, Cleiton Santos, Elizeu Cunha e Jackson Sodré, pessoas verdadeiras, as quais nunca me negaram ajuda, mas que sempre estiveram dispostos a assistir-me.

Por fim, agradeço, de modo especial, a meu orientador professor Roldão Pimentel, quem sempre deu-me conselhos bastante úteis e que vieram a somar, na realização do meu trabalho acadêmico e por consequência, na vida profissional.

## RESUMO

SILVA, Walenf Carvalho da. **ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO COM A ADIÇÃO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO QUÍMICO DA CASCA DO CARANGUEJO-UÇÁ**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2018.

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, sendo geralmente composto por água, pedra e areia, e em certos casos, aditivos. Tendo grande resistência à água, devido à baixa deterioração, o concreto se diferencia da madeira e do aço, sendo capaz de suportar toda carga de uma estrutura executada. Em virtude do excessivo consumo de matéria prima, cada vez mais escassa na natureza, passou-se a fazer uso do polímero na construção civil, o qual têm ganhado cada vez mais espaço no mercado, principalmente na substituição de materiais como o cimento e agregados. O caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), assume um destaque importante na parte socioeconômica, pelo elevado índice de consumo apresentado atualmente, e segundo Neves et al. (2013) foi preciso potencializar a reutilização dos seus resíduos pelos métodos químicos que são extraídas a quitina e a quitosana, biopolímeros que também são compostos de remédios e na adsorção de metais pesados derivados de resíduos industriais. O presente trabalho desenvolve um estudo com a adição do resíduo do tratamento químico da casca do caranguejo-uçá no concreto, e propõe a substituição com teores de 1%, 2% e 3% na água, em relação ao volume do cimento. Foram analisadas as propriedades físicas do cimento (tempo de início e fim de pega), dos concretos no estado fresco (slump test) e no estado endurecido (resistência à compressão, absorção de água e modulo de elasticidade). O tempo de pega do cimento, teve pouca variação, o slump test apresentou uma perda de consistência maior nos traços de adição de 2% e 3% do resíduo, os corpos de prova apresentaram maior resistência à compressão no traço com 1% de adição do resíduo químico em todas as idades e também no ensaio de absorção de água dos CP's de idade de 28 dias a menor absorção foi do traço com 1% de adição.

**Palavras chave:** Caranguejo, concreto, adição.

## ABSTRACT

SILVA, Walenf Carvalho da. **ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF THE CONCRETE WITH THE ADDITION OF THE WASTE OF THE CHEMICAL TREATMENT OF THE CRANK OF THE CRAB-UÇÁ.** Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, University Center Luterano de Palmas, Palmas - TO, 2018.

Concrete is one of the most used materials in civil construction, usually consisting of water, stone and sand, and in certain cases, additives. Having great resistance to water, due to the low deterioration, the concrete differs from the wood and the steel, being able to withstand all the load of a executed structure. Due to the excessive consumption of raw material, which is increasingly scarce in nature, the polymer has been used in civil construction, which has gained more and more space in the market, mainly in the replacement of materials such as cement and aggregates. The crab-uçá (*Ucides cordatus*), assumes an important prominence in the socioeconomic part, due to the high consumption index presented today, and according to Neves et al. (2013) it was necessary to potentialize the reuse of its residues by the chemical methods that are extracted chitin and chitosan, biopolymers which are also composed of medicines and in the adsorption of heavy metals derived from industrial waste. The present work develops a study with the addition of the residue of the chemical treatment of the shell of the crab-uçá in the concrete, and proposes the substitution with contents of 1%, 2% and 3% in the water, in relation to the volume of the cement. The physical properties of cement (start and end time of handle), concrete slump test and hardened state (compressive strength, water absorption and modulus of elasticity) were analyzed. The cement pick up time had little variation, the slump test showed a greater loss of consistency in the addition traces of 2% and 3% of the residue, the specimens presented higher resistance to compression in the trace with 1% addition of chemical residue at all ages and also in the water absorption test of the CP of age of 28 days the lower absorption was of the trace with 1% addition.

Key words: Crab, concrete, addition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Agregados .....	19
Figura 2- Slump Test .....	21
Figura 3- Caranguejo-uçá ( <i>Ucides cordatus</i> ) .....	25
Figura 4- Casca do Caranguejo-uçá.....	26
Figura 5- Estrutura molecular da Quitosana.....	27
Figura 6- Fluxograma das Etapas .....	29
Figura 7- Preparação da casca do caranguejo-uçá.....	31
Figura 8- Resíduo químico .....	31
Figura 9- Aparelho Vicat.....	32
Figura 10- Agregado miúdo e graúdo.....	33
Figura 11- Peneira granulométrica .....	33
Figura 12- Frasco de Chapman.....	34
Figura 13- Ensaio de massa unitária.....	35
Figura 14- Corpos de Provas .....	36
Figura 15- Ensaio de consistência .....	38
Figura 16- Ensaio do tempo de pega .....	39
Figura 17- Teor de impureza orgânica .....	40
Figura 18- Gráfico do agregado miúdo .....	41
Figura 19- Gráfico do agregado graúdo .....	42
Figura 21- Índice de consistência .....	44
Figura 22- Consumo de água.....	45
Figura 23- Ensaio do abatimento do tronco de cone .....	45
Figura 24- Resistência à compressão das amostras de idade de 7 dias .....	46
Figura 25- Dispersão da resistência à compressão das amostras de idade de 7 dias.....	47
Figura 26- Média de resistência à compressão das amostras de idade de 7 dias.....	47
Figura 27- Resistência à compressão das amostras de idade de 14 dias .....	48
Figura 28- Dispersão da resistência à compressão das amostras de idade de 14 dias.....	49
Figura 29- Média das resistências à compressão das amostras de idade de 14 dias .....	49
Figura 30- Resistência à compressão das amostras de idade de 28 dias .....	50
Figura 31- Dispersão da resistência à compressão das amostras de idade de 28 dias.....	50

Figura 32- Médio das resistências à compressão das amostras de idade de 28 dias .....	51
Figura 33- Resistência x Rompimento .....	51
Figura 34- Médio do índice de absorção .....	53



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Quantidade de água no concreto .....	35
Tabela 2- Corpos de provas moldados .....	36
Tabela 3- Resultado da consistência da pasta de cimento .....	38
Tabela 4- Resultado do tempo de pega.....	39
Tabela 5- Granulometria do agregado miúdo .....	40
Tabela 6- Granulometria do agregado graúdo .....	41
Tabela 7- Resultados da massa específica do agregado miúdo .....	42
Tabela 8- Resultados da massa específica do agregado graúdo .....	43
Tabela 9- Resultado do Slump Test.....	44
Tabela 10- Resultados das amostras com idade de 7 dias .....	46
Tabela 11- Resultados das amostras com idade de 14.....	48
Tabela 12- Resultados das amostras de idade de 28 dias .....	50
Tabela 13- Absorção de água por imersão .....	52

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Resultado da massa unitária do agregado miúdo .....	43
Quadro 2- Resultados da massa unitária do agregado graúdo .....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Absorção
ACI	American Concrete Institute
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de Cálcio
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CP	Cimento Portland
Cm	Centímetro
CP's	Corpo-de-prova
Fck	Resistência característica à compressão do concreto
MPa	Mega pascal
mm	Milímetro
NBR	Norma Brasileira
NaOH	Hidróxido de Sódio
ppm	Parte por milhão
pH	Potencial hidrogeniônico
tf	Tonelada força
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO .....	14
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1 CONCRETO.....	16
<b>2.1.1 Conceito sobre o concreto</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.2 Características do cimento Portland</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.3 Cimento CP II-F-40</b> .....	<b>17</b>
2.2 AGREGADOS.....	18
2.3 ÁGUA.....	19
2.4 METODOLOGIA DE TRAÇO ACI.....	20
2.5 CONCRETOS NO ESTADO FRESCO .....	20
<b>2.5.1 Slump test</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5.2 Trabalhabilidade</b> .....	<b>21</b>
2.6 CONCRETOS NO ESTADO ENDURECIDO .....	22
<b>2.6.1 Resistência à compressão axial</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6.3 Porosidade</b> .....	<b>23</b>
<b>2.6.4 Absorção de água</b> .....	<b>23</b>
2.7 POLÍMERO.....	24
<b>2.7.1 Polímeros no concreto</b> .....	<b>24</b>
<b>2.7.2 Biopolímero</b> .....	<b>24</b>
2.8 CARANGUEJO-UÇÁ ( <i>UCIDES CORDATUS</i> ) .....	25
<b>2.8.1 Casca do Caranguejo-uçá</b> .....	<b>25</b>
2.9 QUITOSANA.....	26
<b>2.9.1 Obtenção da Quitosana</b> .....	<b>26</b>
<b>2.9.2 Características da Quitosana</b> .....	<b>26</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
3.1 DESENHO DO ESTUDO .....	28
3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....	29
3.3 PROCESSO EXPERIMENTAL .....	30

3.4 MATERIAIS .....	30
<b>3.4.1 Resíduo do tratamento químico com NaOH .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.2 Cimento Portland .....</b>	<b>31</b>
3.4.2.1 Determinação da pasta de consistência normal .....	32
3.4.2.2 Determinação do tempo de início e fim de pega .....	32
<b>3.4.3 Agregados .....</b>	<b>32</b>
3.4.3.1 Determinação da impureza orgânica do agregado miúdo .....	33
3.4.3.2 Determinação da granulometria.....	33
3.4.3.3 Determinação da massa específica .....	34
3.4.3.4 Determinação da massa unitária .....	34
<b>3.4.4 Água .....</b>	<b>35</b>
3.5 DOSAGEM DO CONCRETO .....	35
<b>3.5.2 Cura .....</b>	<b>37</b>
3.6 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO .....	37
<b>3.6.1 Ensaio de consistência do concreto .....</b>	<b>37</b>
3.7 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO ENDURECIDO.....	37
<b>3.7.1 Ensaio de compressão axial .....</b>	<b>37</b>
<b>3.7.2 Ensaio de absorção de água .....</b>	<b>37</b>
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÕES.....</b>	<b>38</b>
4.1 CARACTERIZAÇÕES DO CIMENTO .....	38
<b>4.1.1 Determinação da consistência do cimento.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.2 Determinação do tempo de pega .....</b>	<b>39</b>
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO.....	40
<b>4.2.1 Determinação do material orgânico do agregado miúdo.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2 Distribuição Granulométrica.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3 Determinação da massa específica .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.4 Determinação da massa unitária.....</b>	<b>43</b>
4.3 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO .....	44
<b>4.3.1 Determinação do índice de consistência .....</b>	<b>44</b>
4.4 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO NO ESTADO ENDURECIDO .....	46
<b>4.4.1 Ensaio de resistência à compressão axial .....</b>	<b>46</b>
4.4.1.1 Resultados dos corpos de provas com idade de 7 dias .....	46
4.4.1.2 Resultados dos corpos de provas com idade de 14 dias .....	48
4.4.1.3 Resultados dos corpos de provas com idade de 28 dias .....	49

4.4.1.4 Análise comparativa .....	51
<b>4.4.3 Ensaio de absorção de água .....</b>	<b>52</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Geralmente formado por água, pedra e areia, e em certos casos aditivos, o concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil. Possuindo alta resistência a água, devido à sua baixa deterioração, chega a ser comparado com a madeira e o aço, sendo capaz de suportar toda carga de uma estrutura executada. Quando trabalhado da melhor maneira, apresenta também grande resistência à compressão (LIMA, COUTINHO et al., 2014).

Nos últimos tempos, a utilização do polímero na construção civil vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, principalmente na substituição de materiais como o cimento e agregados. Segundo Palhares et al. (2015), o estudo em relação à adição de polímero no concreto, afeta de várias maneiras as suas propriedades. De maneira especial, a durabilidade e a permeabilidade, podem ser alteradas de acordo com a diminuição da quantidade de poros no concreto, o que possibilita maior dificuldade de penetração de agentes agressivos e aumenta sua resistência.

O caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), assume uma notável importância socioeconômica, pelo alto índice de consumo apresentado atualmente. Esse ramo de aquicultura se destaca pelo eminente crescimento no Brasil do consumo do caranguejo. A consequência disso tudo, é o surgimento da produção de resíduos, os quais são descartados de forma inadequada, contribuindo assim para a poluição ambiental. Diante disso, fez-se necessária a potencialização da reutilização dos resíduos, pelos métodos químicos onde são extraídas a quitina e a quitosana, biopolímeros que também são compostos de remédios e na adsorção de metais pesados derivados de resíduos industriais (NEVES et al., 2013).

Todos os processos realizados até a obtenção da quitosana pretendem ser realizados seguindo referências teóricas para adquirir resultados positivos. A importância da desproteínação da casca do caranguejo, está relacionada principalmente a parte de tratamento químico feito pelo hidróxido de sódio (NaOH), facilitando a solubilidade das proteínas estruturais pela solução alcalina. Existem vários métodos na literatura, relacionados à perda de massa de 40% na etapa de desproteínação, ainda assim, há várias adaptações para determinar teor protéico antes e após esse tratamento (NEVES, SCHAFFNER et al., 2013).

Desta maneira, acredita-se que depois de todo processo de desproteínação, obtêm-se o resíduo do tratamento químico da carapaça do caranguejo. Esse mesmo resíduo, será adicionado junto ao concreto nos corpos de prova, com o intuito de serem obtidas melhorias nas suas propriedades e resistência mecânica.

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as propriedades do concreto no estado fresco e endurecido, com a adição do resíduo da desproteinação das carapaças do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na etapa de extração da quitina, objetivando a utilização nas obras em concreto.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Preparação do resíduo químico da casca do caranguejo-uçá
  - Desproteinação da casca do caranguejo com Hidróxido de sódio (NaOH)
  
- ❖ Avaliar as propriedades do concreto fresco:
  - Slump test
  - Tempo de pega
  
- ❖ Avaliar as propriedades do concreto endurecido:
  - Resistência à compressão axial;
  - Absorção de água



## 1.2 JUSTIFICATIVA

O impacto ambiental produzido pela construção civil, principalmente na produção do concreto, possui como matéria-prima produtos encontrados na natureza. São, portanto, fontes de pesquisa de aplicação de resíduos como adição ou substituição no concreto como método sustentável ambiental, as quais podem ser realizadas por profissionais que visam, além de diminuir custos, também reduzir o impacto ambiental de outros segmentos de produção. Dessa maneira, a consciência sobre a importância do ecossistema equilibrado e a vontade de fazer a diferença, tem motivado a criação de novas alternativas (SANTOS, 2013).

Diante disso, a utilização do resíduo do tratamento químico da carapaça do caranguejo-uçá, busca uma alternativa viável em relação à economia e também nas propriedades do concreto. Até então, outras pesquisas já foram realizadas e constataram que o uso de outros materiais diferentes, pode alterar na sua estrutura positivamente.

De acordo com Araújo (2009), o crescimento populacional vem causando danos na natureza, principalmente em relação ao despejo da carapaça do caranguejo nos aterros sanitários. Para isso sugerem-se propostas exequíveis de aplicações das suas composições químicas e no reaproveitamento desse material orgânico.

As propriedades do concreto apresentam uma influência satisfatória em relação à parte química e física, essas variações determinam onde o concreto poderá ser utilizado para que não ocorram problemas futuros. Devido a escassez dos materiais naturais que fazem parte da constituição do concreto são estabelecidos estudos que buscam elementos que possam ser incorporados junto ao concreto, para obtenção de maiores resistências, durabilidade e trabalhabilidade. O conhecimento de tais elementos, favorecerá a qualidade do concreto produzido (JUNIOR, 2015).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONCRETO

#### 2.1.1 Conceito sobre o concreto

O concreto é uns dos materiais mais utilizados no mundo. A Maioria dos seus materiais constituintes é encontrada na própria natureza, possuindo uma elevada resistência e facilidade no processo mecânico de moldagem (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Segundo Lima et al. (2014), o concreto no estado seco apresenta uma característica rígida, tendo resistência semelhante à de uma rocha. Já na sua fase fresca, aponta a facilidade de ser trabalhada, com aplicações de diversas formas.

O concreto no seu estado endurecido é capaz de suportar a esforços similares às rochas naturais e em seu estado fresco é um composto plástico que proporciona diversas formas. Diferente do aço e da madeira, o concreto possui alta resistência à água, sofrendo menor deterioração no momento que exposto a ela, razão pela qual é utilizado em estruturas de controle, estocagem e transporte de água (PEDROSO, 2009).

A durabilidade do concreto está relacionada principalmente às etapas de projeto e execução, nessa última fase, é preciso o máximo de precisão possível nas tomadas de decisões, para evitar uma possível redução na sua durabilidade (FREIRE, 2005).

Na sua execução é preciso um cuidado especial em relação à quantidade de água a ser utilizada junto ao cimento, pois ela participa de uma reação química de transformação ao concreto. Qualquer alteração pode modificar sua estrutura positivo ou negativamente (PORTAL DO CONCRETO, 2018).

A durabilidade do concreto não somente depende de sua estrutura, mas também do meio aonde se encontra. O meio ambiente torna o concreto alvo fácil de agentes agressivos, principalmente na zona rural, aonde é difícil reconhecer seu nível de agressividade pelas análises laboratoriais (AMIANI & BOTARO, 2008).

De acordo com Grandiski (2015), o concreto para fins estruturais é classificado e dividido em três classes conforme a NBR 8953 (2015), que são concretos de massa específica leve, normal e pesado:

- Concreto Normal: entre 2000 kg/m<sup>3</sup> e 2800 kg/m<sup>3</sup>
- Concreto Leve: inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>
- Concreto Pesado: superior a 2800 kg/m<sup>3</sup>

### **2.1.2 Características do cimento Portland**

O cimento Portland é produzido por uma mistura de diversos materiais como calcário, alumina e sílica. Todo esse material é moído e queimado em alto forno sofrendo uma fusão, depois resfriado e moído novamente até chegar o seu estado comercial (NEVILLE, 1997).

De acordo com Dering et al. (2012), o cimento Portland possui uma composição química e uma reação a água, que quando ativas, demonstram uma condição de dureza na sua estrutura. Considerado um dos materiais mais utilizado no mundo, dispõe de um bom comportamento mecânico e obtenção de matéria prima. Contudo, na sua execução é liberado gás carbônico que atinge o meio ambiente, fator que agrava o aquecimento global.

Foram desenvolvidos diversos tipos de cimentos, com o objetivo de facilitar a escolha e aplicação, à procura de resultados favoráveis. De acordo com Galvão (2003) para o tipo de cimento a ser utilizado em qualquer obra, é preciso avaliar suas propriedades e identificar o seu desempenho naquela condição.

O contato da água com o cimento abrange um conjunto de reações de hidratação. Ao passar do tempo à estrutura engloba com moléculas de águas, proporcionando o aumento da rigidez e da resistência mecânica (NÓBREGA, 2009).

O clínquer, formado por silicatos de cálcio, passa pelo processo de moagem até chegar ao cimento, contando com a adição de outros produtos secundários, sempre que necessário (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

A hipótese levantada, é que o cimento reproduz um equilíbrio de temperatura após passar pelo estado frio, formado na clinquerização. Essas composições dos produtos de equilíbrio ocorrem a partir do número de óxidos encontrados no clínquer, durante o processo de cristalização (NEVILLE, 1997).

Existem duas maneiras para produção do cimento: via seca e via úmida. No entanto, o método mais tradicional é a via seca, por conta de seu baixo custo e também pelo menor valor de energia consumida durante a produção (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

### **2.1.3 Cimento CP II-F-40**

De acordo com o InterCement (2018), o cimento CP II-F-40 é composto por fíler calcário, materiais derivados do basalto e calcário. Esse tipo de cimento possui alta trabalhabilidade, durabilidade e maior desempenho mecânico quando comparado com cimento comum.

Segundo a NBR 11578 (1997), o CP II-F-40 possui uma alta classe de resistência à compressão, composto por um teor de material carbonático.

O material que define esse tipo de cimento é o filer calcário. Segundo Nobrega (2009) este material é extraído de minas de rocha, recebe um processo de alteração passando pelo britador de diâmetro máximo de 25 mm e é misturado com uma parcial de argila. Logo depois é queimado em alto forno, até se transformar em uma farinha pré-aquecida.

## 2.2 AGREGADOS

Os agregados geralmente ocupam mais da metade do volume do concreto, assim, é normal que os mesmos influenciem diretamente no seu comportamento. Mehta e Monteiro (1994), citam que as características dos agregados que são importantes para tecnologia do concreto são: a porosidade, a absorção de água, a resistência à compressão, o módulo de elasticidade, a composição granulometria, a forma e a textura superficial das partículas e os tipos de substâncias deletérias eventualmente presentes.

As características dos agregados interferirão na resistência do concreto, mesmo naqueles que apresentam agregados de propriedades físicas diferentes, gerando uma qualidade de resistência à tração e a compressão de forma significativa (NEVILLE, 1997).

Os ensaios de tração e compressão de um agregado, não são adotados como parâmetros para sua utilização no concreto, apenas tendo importância na caracterização de algumas propriedades (ANDRADE, 1997).

É estabelecido que os agregados de fontes naturais, são os materiais mais utilizados na produção do concreto, tornando-se responsável pelas alterações na trabalhabilidade e na resistência (MODRO et al., 2008).

Conforme Neville (1997), a fragmentação de agregados por processo naturais ou artificiais de rocha de maior massa, contém propriedades que influenciam na qualidade do concreto. Algumas propriedades não estão presentes na sua rocha matriz.

De modo geral, agregados naturais fazem parte de 90% de todos estes que são usados na produção do concreto. Esses materiais são retirados de jazidas naturais como a areia, pedra britada (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

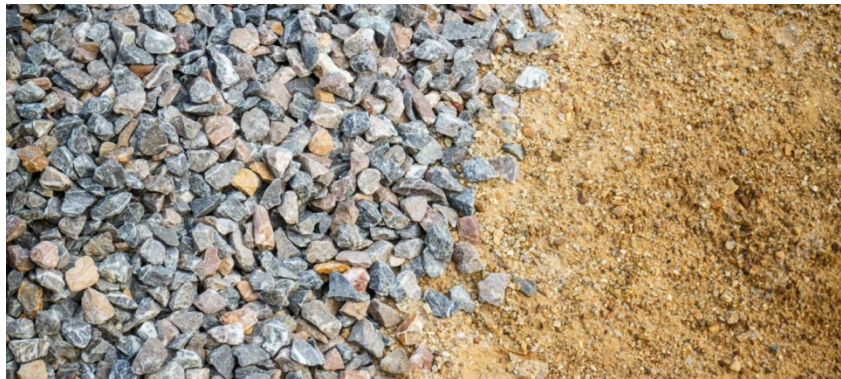
Para evitar a perda de materiais finos na obtenção do agregado miúdo são tomados os devidos cuidados (ANDRANDE, 1997).

A NBR 9935 (2011), apresenta definições em relação à característica dos agregados:

- Agregado natural: seu aproveitamento é feito conforme o seu encontro na natureza, sujeito a uma lavagem e classificação;
- Agregado Artificial: submetido a mudanças nas suas propriedades químicas e físicas;
- Agregado reciclado: obtido por material reciclado, como restos de construção civil, resíduos de indústria de aço, entres outros;
- Agregado especial: agregados que podem fornecer ao concreto um desempenho específico.

Essas características dos agregados pode ser visualizada conforme na figura 1.

Figura 1- Agregados



Fonte: Guia do construtor, 2017.

## 2.3 ÁGUA

A composição química da água deve ser controlada para que sua aplicação não seja prejudicada pela ação de impurezas, o que influencia de forma negativa no tempo de pega e durabilidade (LIMA, 2014).

A água afeta de forma direta a durabilidade do concreto. Segundo Neville (1997) Através da água outros fluidos agressivos podem penetrar no concreto, contando com a facilidade da pasta hidratada, que fornece um deslocamento que tanto líquido como gases tendem a se ingressar nesse meio.

Segundo Galvão (2003), a água presente no concreto tem significados diferentes, por isso o seu controle precisa ser de forma rigorosa, a cura pode ser alterada e seu abatimento, quando sua dosagem for aplicada de maneira descontrolada, pode levar o concreto a um estado crítico.

A água é um componente que chega a representar 20% do concreto, tendo grande responsabilidade na definição da estrutura, alterando as reações de endurecimento e modificando a sua plasticidade. Quando adicionado ao concreto, esse elemento não deve conter impurezas, ao passo que, se forem adicionadas substâncias contaminadas pode haver prejuízo à sua estabilidade (CIMENTO.ORG, 2010).

A quantidade de água em excesso, pode levar a perda de resistência, principalmente no início. O processo de hidratação e evaporação da água da massa deve ser analisado conforme não haja um consumo que não seja desejável (NEVILLE, 1997).

## 2.4 METODOLOGIA DE TRAÇO ACI

Esse método preocupa-se com a trabalhabilidade, através de diversos fatores relativos aos materiais, às condições de execução, adensamento e às dimensões das peças. Um conceito fundamental abordado por ele é aquele que vincula, para cada granulometria da areia e cada tamanho máximo de agregado, um valor máximo do volume de agregado compactado seco por m<sup>3</sup> de concreto (BOGGIO, 2000).

Considerado um método que trabalha em cima das propriedades físicas e mecânicas, ele tem faixa de trabalhabilidade e dosagem do concreto padrão comparado com a NBR 12655 (2015) (MARMITTI et al., 2016).

Um método de dosagem do concreto, que retrata as condições de preparo usando aditivos ou adições, ele visa estabelecer um parâmetro a ser usado inicialmente em misturas experimentais (NEVILLE, 1997).

Conforme Boggio (2000), quando o volume de água for maior do que o necessário no traço, podem-se adotar dois modelos de métodos ACI:

- Manter a mesma quantidade de areia e brita, e uma menor relação a/c, usando maior volume de cimento;
- Usar todo o volume da água e acrescentar proporcionalmente todo material para manter a média em relação a/c, esse método seria o mais econômico.

## 2.5 CONCRETOS NO ESTADO FRESCO

### 2.5.1 Slump test

Segundo a NBR 67 (1998), esse ensaio tem como objetivo, medir a consistência do concreto fresco e verificar até onde vai a sua trabalhabilidade, cujo assentamento da massa

deve ser igual ou superior a 10 mm. Fora dessa média, o concreto é considerado inadequado para uso, conforme pode ser visualizado na (figura 2).

Figura 2- Slump Test



Fonte: Autor, 2018.

Conforme descrito por Rodrigues et al. (2015), a determinação da consistência do concreto com a mesma relação água/cimento, em diferentes corpos de provas, apresenta classes de resistência a compressão como 20 MPa, 35MPa e 50 MPa. Uma interferência na adição de polímeros na sua fluidez e na trabalhabilidade transcorre de forma positiva na classe intermediária e de forma negativa nas outras duas classes, causada pelo baixo teor de cimento e excesso de viscosidade na pasta. Conclui-se assim, que a baixa consistência altera na modelagem dos corpos de provas.

### 2.5.2 Trabalhabilidade

Há diversos fatores que afetam a consistência e a coesão, por isso esses dois componentes da trabalhabilidade podem trabalhar de forma diversificada. Em geral, a coesão ou a consistência são controladas pelo volume de água na mistura, teor de cimento, a granulometria dos agregados, aditivos aplicados e outras características físicas que apresentam a perda de abatimento (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

A trabalhabilidade é uma propriedade física com a função de proporcionar um adensamento à massa de concreto, de forma que o lançamento seja direto, diminuindo a segregação, que conseqüentemente aumenta a resistência ocasionada pelo atrito interno dos agregados (NEVILLE, 1997).

Conforme Mehta, Monteiro (2014), a consistência do concreto pode se afetada de várias formas, algumas alterações na sua estrutura são obtidas conforme o tipo de agregado, relação a/c e aditivos.

De acordo com Neville (1997), a granulométrica de partículas de vários tamanhos e a relação água/cimento tem função importante na trabalhabilidade, a junção das duas com cautela de equilíbrio torna o concreto mais trabalhável.

## 2.6 CONCRETOS NO ESTADO ENDURECIDO

### 2.6.1 Resistência à compressão axial

Os corpos de prova podem romper de forma cônica, cisalhada ou cônica-cisalhada. No ensaio de resistência à compressão, estes CP's são submetidos a carga máxima de uma prensa, até resultar em sua ruptura (GALVÃO, 2003).

O conhecimento sobre a resistência encontrada no concreto, tem a função de definir o traço relativo ao mesmo, além de outros parâmetros para a construção civil, melhorando também na qualidade e no custo final da obra (DE CASTRO, 2009).

Segundo Modro et al. (2008), a compressão axial do concreto pode ser alterada conforme a mudança no volume de agregados. Dessa maneira, diminuições são provocadas pela falta de interação química do agregado/cimento, maior porosidade na sua massa e menor resistência mecânica.

Para Pacheco (2006), é eminente a preocupação de atender somente o valor da resistência à compressão do concreto, liberando-se, antecipadamente, as vigas e lajes para desforma. Não ocorrendo a sondagem dos valores do módulo de elasticidade e da resistência à tração do concreto, expondo a estrutura a deformações importantes e flechas.

A resistência do concreto é um fator importante na estrutura, sua avaliação é feita a partir do processo de hidratação do cimento. São feitos corpos provas e analisados durante 28 dias, até então obter-se um resultado satisfatório (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

A importância da determinação da qualidade do concreto, mostra quando pode ocorrer sua deformação e quando pode prosseguir de forma segura. Alguns parâmetros de característica, como a segregação não influenciam na estrutura real se comparando com o corpo de prova (NEVILLE, 1997).



### 2.6.3 Porosidade

A quantidade elevada de porosidade aumenta a chance de agentes agressivos penetrarem nos vazios do concreto, afetando diretamente a sua durabilidade (RIPPER & SOUZA, 1998).

Devido ao transporte de umidade no concreto, a quantidade de porosidade tende a ser elevada pelo alto de grau de hidratação. Segundo Freire (2015), por motivo de reações químicas pode haver alterações no meio interno do concreto, como é o caso da reação por carbonatação.

Para reduzir essa quantidade de vazios, são tomadas devidas atitudes, afim de evitar essa interação entre estrutura e o meio ambiente. Algumas dessas medidas tomadas são as diminuições na relação a/c e o cuidado na evaporação da água durante processo de cura (RIPPER & SOUZA, 1998).

### 2.6.4 Absorção de água

Conforme Amianti e Botaro (2008), o concreto feito com água tratada tem a tendência de apresentar uma menor absorção de água em relação a não tratada. No início o volume até se aparenta igual, mas ao passar do tempo, a diferença entre os dois, torna-se nítida.

O ensaio de absorção de água, tem suma importância principalmente na caracterização da qualidade do concreto. Tem a função de identificar a resistência do concreto, em relação aos ataques de agentes agressivos quando sua massa é saturada (FIQUEIREDO, 2016).

A dimensão e distribuição dos poros, são fatores que influenciam na penetração da água e agentes agressivos. Logo, é preciso eliminar poros capilares de grandes comprimentos, que possam vir a alterar as condições de durabilidade da estrutura (CAMARINI, 1995).

Conforme descrito na NBR 9778 (2009), pode-se determinar o consumo de água no concreto, através de imersão.

De acordo com Tenório (2007), materiais finos contribuem para maior absorção de água, por apresentarem maior porosidade, de forma que reduz sua resistência, pelo alto índice de fragmentação e também pelo contato com maior volume de argamassa, quando se comparando com agregado de maior tamanho.

## 2.7 POLÍMERO

### 2.7.1 Polímeros no concreto

Tema bastante discutido e que vem despertando maior interesse pela substituição ou adição de diversos tipos de polímeros nos materiais para concreto, afetando com isso, a sustentabilidade ambiental e também o aspecto econômico da obra (AMIANI; BOTARO, 2008).

De acordo com Palhares et al. (2015), o concreto polímero apresenta características similares ao concreto convencional, principalmente no uso dos agregados. Um ponto importante estabelecido, é que o concreto polímero deve ser executado apenas em locais que não possuem responsabilidade estrutural.

Alguns polímeros são aplicados com a função de melhorar o desempenho e apresentar de forma positiva, características geradas pelo concreto, como por exemplo a redução do uso da água e interação da massa com o agregado (RODRIGUES et al., 2015).

### 2.7.2 Biopolímero

O desenvolvimento de pesquisa para aproveitamento de biopolímeros encontrados na natureza, ainda sofre por falta de investimento. Segundo Farias et al. (2016), biopolímeros obtidos de plantas, algas marinhas e bactérias, apresentam múltiplas composições para diferentes aplicações.

A importância do biopolímero obtido da casca do caranguejo-uçá para aplicações na área tecnológica vem conquistando grandes pontos de transformação. Observa-se que métodos indiretos analisados, tanto químicos quanto os físicos, se destacam pela precisão dos resultados (PINTO, 2014).

Conforme Neves et al. (2013), são encontradas cerca de 20% em massa de quitina nos exoesqueletos de crustáceos, rica em substâncias para composição de fontes biológicas, consequentemente caracterizando-se como uma fonte natural importante deste biopolímero.

## 2.8 CARANGUEJO-UÇÁ (*UCIDES CORDATUS*)

O caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) pode também ser cultivado, pois requer uma alimentação simples, baseada principalmente de folhas de mangues que caem na lama e também fungos presentes no ambiente.

Em função do grande porte que pode alcançar, conforme pode ser visualizado na (figura 3), o caranguejo-uçá representa o principal componente da macrofauna dos manguezais da costa Brasileira, com influência notória sobre o processamento da liteira e fluxo energético nos manguezais, também tem como produto principal sua carne que possui um conteúdo proteico de fácil digestão e um distinto valor nutritivo (HATTORI, 2006).

Figura 3- Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)



Fonte: Jornal perspectiva, 2017.

### 2.8.1 Casca do Caranguejo-uçá

Em virtude do grande volume de casca de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), depositados nos lixos, estão sendo realizadas pesquisas de reutilização de seu resíduo. Dessa forma, o seu uso na aplicação de material adsorvente de poluentes de águas, vem sendo feito. Devido a ser um material de menor custo, a casca do caranguejo é um material bastante resistente, constituído principalmente por Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e quitina associada à proteína e sais minerais, conforme pode ser visualizado na figura 4 (PORPINO, 2009).

Figura 4- Casca do Caranguejo-uçá



Fonte: Autor, 2018.

## 2.9 QUITOSANA

### 2.9.1 Obtenção da Quitosana

De acordo com Neves et al. (2013), um dos polissacarídeos mais importantes da natureza, a quitosana é um biopolímero obtido pela desacetilação alcalina da quitina. Essa substância é encontrada em algumas plantas de pequeno porte e animais aquáticos de água salgada. Ocorre uma reação na quitina, através de grupos acetamida, pelo processo de desacetilação, o que gera a quitosana, que contém presente em suas propriedades, grupos de amina. A partir de 50% de desacetilação, a quitosana se torna solúvel em soluções aquosas ácidas, fato importante principalmente para sustentabilidade ambiental.

A aplicação da desproteinação, é o processo mais adequado na obtenção da quitina, em certos casos, ela protege a estrutura contra ataques ácidos, levando a obtenção da quitina calcária (CAMPANA et al., 2007).

### 2.9.2 Características da Quitosana

A quitosana se torna solúvel em soluções de ácidos orgânicos com potencial hidrogeniônico (pH) inferior a 6. Já em água pura e solventes orgânicos, ela se encontra insolúvel. Outros tipos de ácidos também são usados no preparado da separação da quitosana, passando por um processo específico (DAMIAN et al., 2005).

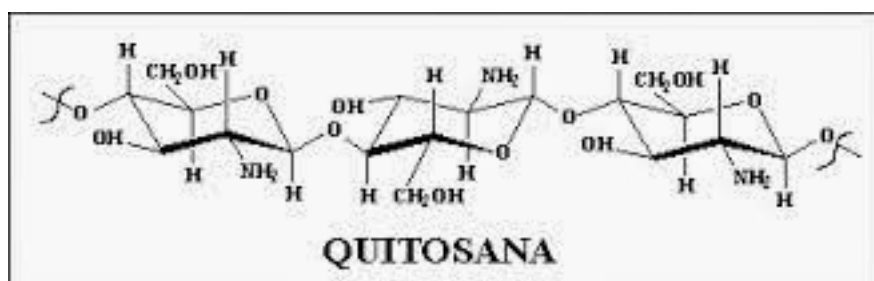
Existem poucos fungos que contém a quitosana, então a partir da desacetilação da quitina por soluções alcalinas é obtido a quitosanano, processo realizado em crustáceos,

espécie de animal que gera maior volume desse material (GARCIA et al., 2008; AGBOH; QIN, 1996).

Na desacetilação da quitina, o processo é realizado com o propósito de evitar o contato com contaminantes que podem alterar de forma negativa a sua obtenção, como é o caso principalmente do tempo de reação e tamanho das partículas de quitina (NÓBREGA, 2009).

Segundo Neves et al. (2013), a quitosana contém um grupo de amina, que a partir do momento que sofre uma reação ao qual é removido todo grupo acetil presente no biopolímero, aumenta propositalmente sua quantidade, melhorando junto, as características de suas propriedades. Quanto maior for à quantidade de aminos, melhor também será a trabalhabilidade em relação à solubilidade e repulsão eletrostática, como pode ser visualizado na figura 5.

Figura 5- Estrutura molecular da Quitosana



Fonte: Silveira, 2014.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 DESENHO DO ESTUDO**

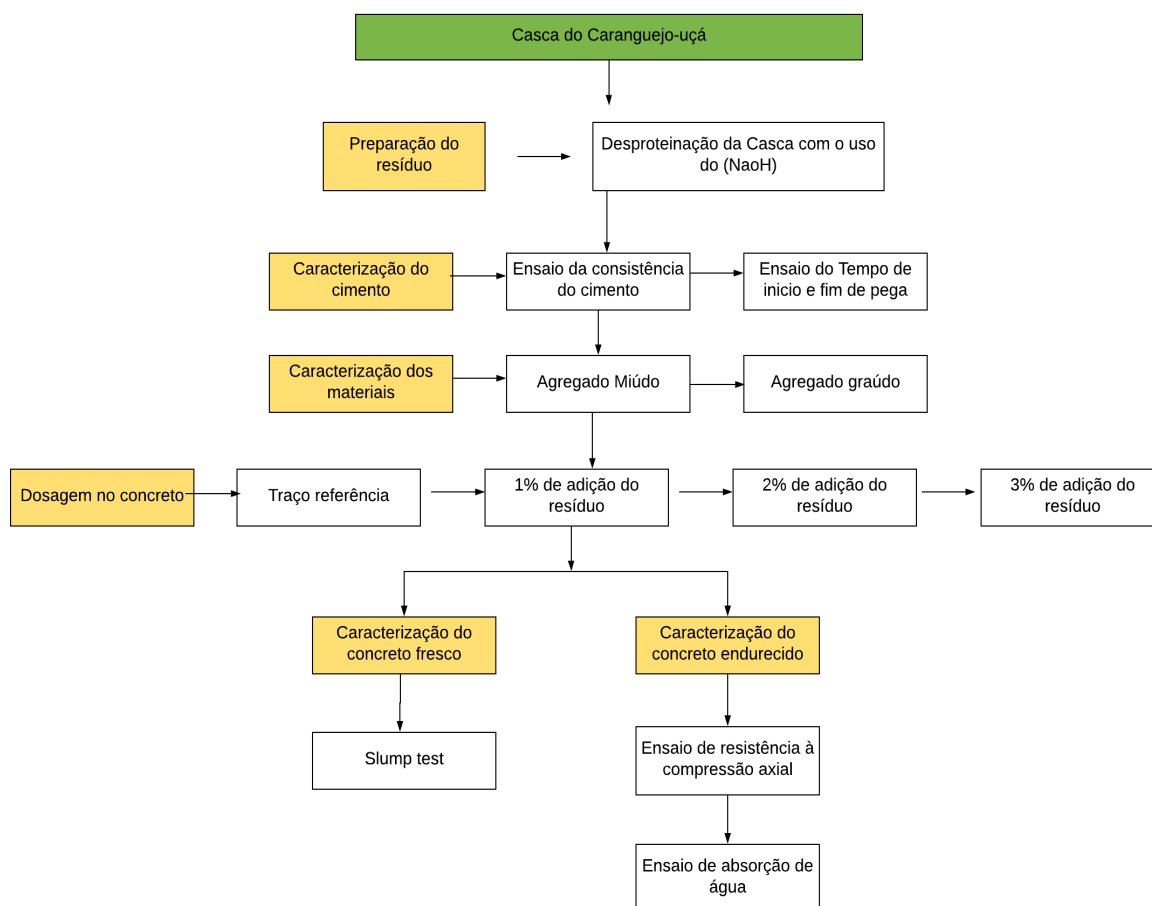
Para o concreto produzido no estudo, foi utilizado o cimento CP II-F-40 da marca Goiás, pois é um material de fácil acesso no mercado regional . Também foram utilizadas brita 1, areia fina, água potável e além da adição do resíduo do tratamento químico com volume de 1%, 2% e 3%, percentual definido em relação à massa total do cimento. Esse aditivo é o rejeito do tratamento químico da casca do caranguejo-uçá originado da desproteínação.

Segundo Neville (1997), não se deve adicionar aditivo em uma quantidade superior a 5% da massa do cimento, isso durante todo o processo de concretagem, com a finalidade de se obterem modificações específicas.

De acordo com NBR 11768 (2011), o produto adicionado tem o objetivo de modificar as propriedades do concreto no estado fresco e endurecido.

Na verificação da resistência do concreto, foram submetidos a ensaios como mostra a figura 6, corpos provas com a adição do resíduo do tratamento da casca do caranguejo-uçá. Também foram analisadas amostras com concreto convencional, para que houvesse um parâmetro, de acordo com a NBR 5739 (2007) e rompido durante (7,14 e 28 dias).

Figura 6- Fluxograma das Etapas



Fonte: Autor, 2018.

### 3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

O determinado estudo foi executado em Palmas- TO, no laboratório de materiais e estruturas, situado nas dependências do Centro Universitário Luterano de Palmas-CEULP/ULBRA, localizado na Av. Joaquim Teotônio Segurado, 1501- Plano diretor Sul.

### 3.3 PROCESSO EXPERIMENTAL

O estudo experimental teve como objetivo, determinar melhorias das propriedades, através da utilização de equipamentos no preparo do concreto e na adição de resíduos de tratamento químico da carapaça do caranguejo-uçá.

As cascas dos caranguejos foram fornecidas pela microempresa Filé do Mangue, sediada na cidade de Bragança, a 200 km da capital Belém.

Neste método, as carapaças do caranguejo foram submetidas à desproteinação, com soluções de hidróxido de sódio (NaOH). Após esse processo de desproteinação, surgiu um resíduo do tratamento químico, cujo é o material que foi adicionado junto ao concreto.

A execução do traço do concreto foi feita pelo método ACI. Através do uso da betoneira, todo material foi misturado e o concreto foi definido, através das características dos materiais.

### 3.4 MATERIAIS

Apresentação de todos os materiais que foram utilizados durante todo processo:

#### **3.4.1 Resíduo do tratamento químico com NaOH**

Antes dos ensaios, foi feito um procedimento para produzir o resíduo. Esse procedimento consistiu em adicionar 150 ml de NaOH por 5 dias, junto a 2kg de casca de caranguejo-uçá e 3 litros de água limpa, que ficou na altura limite das cascas, processo conhecido como desproteinação, conforme e ilustrado na figura 7.



Figura 7- Preparação da casca do caranguejo-uçá



Fonte: Autor, 2018.

Esse resíduo foi extraído da casca do caranguejo-uçá, a partir de um processo de desproteinação, com o uso NaOH, conforme e ilustrado na figura 8 .

Figura 8- Resíduo químico



Fonte: Autor, 2018.

### 3.4.2 Cimento Portland

O cimento utilizado em todo processo dos ensaios foi o CP II-F-40, cujo objetivo foi trabalhar com um cimento de maior durabilidade e melhor trabalhabilidade.

### 3.4.2.1 Determinação da pasta de consistência normal

Este ensaio foi desenvolvido junto à utilização da NBR 16606 (2017), com a finalidade de caracterizar a consistência do cimento utilizado no ensaio, através do aparelho de Vicat, conforme e ilustrado na figura 9.

Figura 9- Aparelho Vicat



Fonte: Autor, 2018.

### 3.4.2.2 Determinação do tempo de início e fim de pega

Também estabelecido por intermédio do aparelho de Vicat, esse ensaio foi realizado seguindo a NBR 16607 (2017), a qual determina o tempo de início e fim de pega do cimento Portland.

### **3.4.3 Agregados**

A caracterização do agregado seguiu a NBR 7211 (2009), que especifica os requisitos exigíveis para recepção e preparação dos agregados grãos e miúdos, na produção do concreto de cimento Portland, conforme ilustrado na figura 10 .

Figura 10- Agregado miúdo e graúdo



Fonte: Autor, 2018.

#### 3.4.3.1 Determinação da impureza orgânica do agregado miúdo

De acordo com NBR NM 49 (2001), foram realizados ensaios com o intuito de estabelecer a quantidade de matéria orgânica no agregado miúdo, utilizado como material nos corpos de provas de concreto.

#### 3.4.3.2 Determinação da granulometria

Ensaio feito tendo como base a NBR NM 248 (2003), visa fazer a determinação da composição granulométrica de agregado miúdo e graúdo para concreto, conforme ilustrado na figura 11.

Figura 11- Peneira granulométrica



Fonte: Autor, 2018.

### 3.4.3.3 Determinação da massa específica

A determinação da massa específica do agregado miúdo foi realizada conforme a NBR 9776 (1987), enquanto a massa específica do agregado graúdo seguiu a norma NBR NM 53 (2009). Todos os parâmetros foram realizados de forma coerente com as normas, conforme ilustrado na figura 12.

Figura 12- Frasco de Chapman



Fonte: Autor, 2018

### 3.4.3.4 Determinação da massa unitária

Esse procedimento foi realizado seguindo as diretrizes da NBR 7251 (1982), para determinação da massa unitária do agregado miúdo e graúdo. Foi justificado o uso da norma antiga, uma vez que a instituição não dispõe dos recipientes próprios para norma vigente, conforme ilustrado na figura 13.

Figura 13- Ensaio de massa unitária



Fonte: Autor, 2018.

### 3.4.4 Água

A água utilizada foi cedida pela instituição, uma água limpa e sem impureza, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1- Quantidade de água no concreto

TRAÇO	Cimento (kg)	Agregado miúdo (kg)	Agregado graúdo (kg)	Quantidade de água (ml)	Quantidade de Resíduo (ml)
Referência	12,5	25,25	25,07	6750	0
1%	12,5	25,25	25,07	6625	125
2%	12,5	25,25	25,07	6500	250
3%	12,5	25,25	25,07	6375	375

Fonte: Autor, 2018.

### 3.5 DOSAGEM DO CONCRETO

O concreto foi confeccionado no laboratório de materiais e estruturas, através do método de *American Concrete Instituti (ACI)*. Foram obtidos os traços 1: 2,02: 2,01: 0,5. Confeccionou-se vários traços, fazendo uso da adição do resíduo químico e referência padrão, conforme ilustrado na tabela 2.

Tabela 2- Corpos de provas moldados

Traços	Abatimento	N° de Corpos de Prova			N° de Corpos de Prova			Fck (MPa)	Fcj (Mpa)
		Ensaio Padrão			absorção de água				
		Idades (dias)			Idades (dias)				
		7	14	28	7	14	28		
Referência	10 ± 2	3	3	3	0	0	3	25	31,6
Adição 1%	10 ± 2	3	3	3	0	0	3	25	31,6
Adição 2%	10 ± 2	3	3	3	0	0	3	25	31,6
Adição 3%	10 ± 2	3	3	3	0	0	3	25	31,6

Fonte: Autor, 2018.

Os corpos de prova foram produzidos para adição do resíduo químico no concreto foram moldados 48 (Quarenta e oito) corpos de provas sendo que 12 (doze) foram produzidos para o ensaio de absorção de água, 9 (nove) moldes para cada teor de adição de 1%, 2%, 3% relacionado a massa de cimento e também foram produzidos outros 9 (nove) moldes de referência padrão. A quantidade de corpo de prova foi referente à NBR 5738 (2015) que estabelece no mínimo 3 (três) moldes para cada idade. As dimensões dos corpos de provas foram de 10 x 20 cm, conforme ilustrado na figura 14.

Figura 14- Corpos de Provas



Fonte: Autor, 2018.

### **3.5.2 Cura**

Os corpos de provas foram desmoldados depois 24 horas após suas confecções, em seguida, foram colocados no seu processo de cura úmida, dentro de um tanque preenchido de água, até que a idade ideal de rompimento chegasse.

## **3.6 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO**

### **3.6.1 Ensaio de consistência do concreto**

O ensaio de consistência do concreto foi realizado seguindo as exigências da NBR NM 67 (1998). A realização do ensaio foi essencial para atestar se o material está em conformidade com as especificações, mostrando resultados satisfatórios conforme todos os traços. Sem esse controle, a qualidade do concreto não pode ser garantida. No ensaio, o concreto deve apresentar um assentamento de  $\pm 10$  mm.

## **3.7 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO ENDURECIDO**

### **3.7.1 Ensaio de compressão axial**

Este ensaio foi realizado através das prescrições da norma NBR 5739 (2018). Utilizando uma prensa universal, de marca EMIC com carga de capacidade de 30 tf, foram rompidos os corpos de provas cilíndricos de concreto, moldados para determinar sua resistência conforme suas idades e dosagens.

### **3.7.2 Ensaio de absorção de água**

A determinação da absorção (A) de água por imersão foi feita no laboratório de materiais e estruturas da instituição, por meio da ABNT NBR 9778 (2009) - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica Argamassa e concreto. Após a determinação de sua massa seca, determinou-se a densidade do concreto.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 CARACTERIZAÇÕES DO CIMENTO

#### 4.1.1 Determinação da consistência do cimento

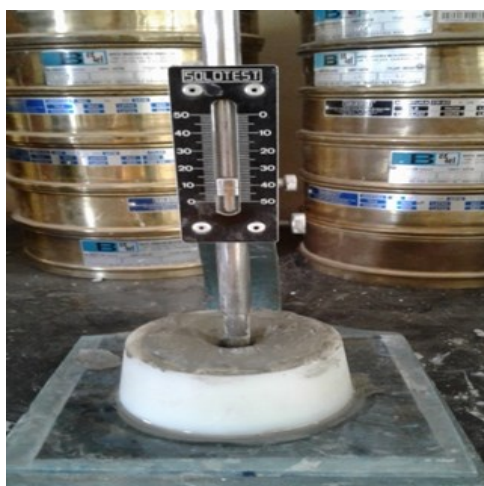
Tabela 3- Resultado da consistência da pasta de cimento

Traço	Água	Distância	Resultado
Referência	160 g	6±2	6 mm
1%	155 g	6±2	8 mm
2%	150 g	6±2	4,5 mm
3%	145 g	6±2	8,5 mm

Fonte: Autor, 2018.

Os resultados obtidos na consistência do cimento foram satisfatórios em relação ao valor dado no traço de referência, ficando dentro do limite apresentado pela norma, que estabelece uma distância de (6±2 mm) da placa base. A pasta que foi adicionada um 1% e 3% do aditivo, apresentou um resultado de consistência que foi de 8 mm. Já a pasta onde incorporaram-se 2%, teve uma consistência mais baixa, em relação aos outros valores, um resultado de 4,5 mm, conforme ilustrado na figura 15 e tabela 3.

Figura 15- Ensaio de consistência



Fonte: Autor, 2018.



#### 4.1.2 Determinação do tempo de pega

Tabela 4- Resultado do tempo de pega

Traço	Início	Fim
Referência	3h 13min	4h 9min
1%	2h 59min	4h 20min
2%	2h 53min	4h 10min
3%	3h 12min	4h 17min

Fonte: Autor, 2018.

Por meio do ensaio, caracterizado pela obtenção do início de pega da pasta de cimento onde ocorre o início da cristalização, foi observado que houve pouca variação de tempo em relação ao traço de referência para os que foram aplicados aditivos. O traço com 3% do aditivo, teve seu tempo com uma diferença de 1 min ao do referencial. Quanto aos que tiveram 1% e 2% de adição, sofreram um início de pega um pouco mais precoce.

O tempo de fim de pega é quando se dá o início do ganho da resistência mecânica da pasta de cimento. No ensaio realizado, houve um retardamento de pega nos traços que foram aplicados aditivos na dosagem de 1%, 2% e 3%, em relação ao traço de referência. A variação de tempo foi pequena quando comparado todos traços com aditivos em relação ao referencial, conforme ilustrado na figura 16 e tabela 4.

Figura 16- Ensaio do tempo de pega

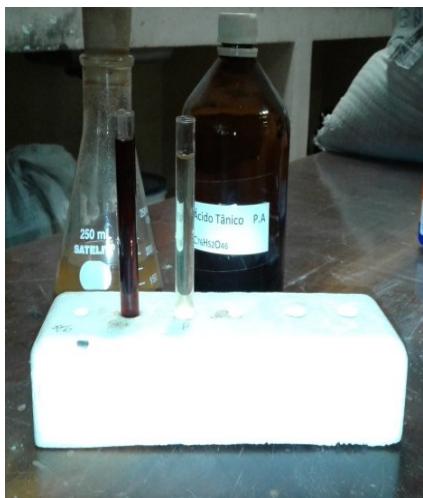


Fonte: Autor, 2018.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO

### 4.2.1 Determinação do material orgânico do agregado miúdo

Figura 17- Teor de impureza orgânica



Fonte: Autor, 2018.

A partir do ensaio realizado, foi obtida uma quantidade de 300 ppm, para areia que foi utilizada para compor os materiais dos corpos de provas. Uma observação importante, é que a coloração da amostra da areia se tornou mais clara, comparada a solução padrão, o que significa que esse material apresenta um teor baixo de reações negativas na hidratação do cimento e na resistência do concreto, especialmente nas primeiras idades, conforme ilustrado na figura 17.

### 4.2.2 Distribuição Granulométrica

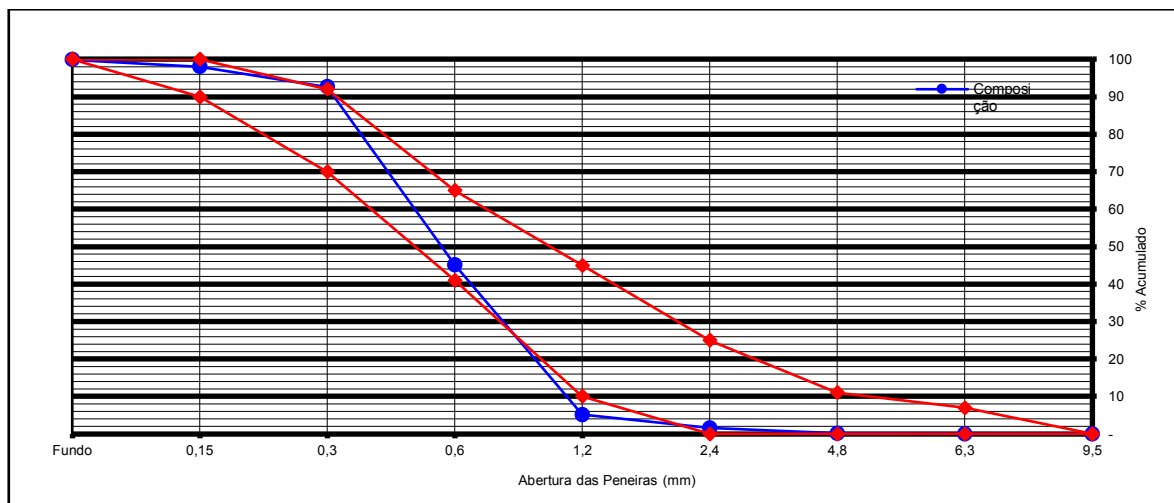
As tabelas 5 e 6 mostram os valores obtidos nos ensaios de determinação do agregado graúdo e miúdo.

Tabela 5- Granulometria do agregado miúdo

Peneiras	1º Determinação			2º Determinação			Média % Retida	
	Massa retida (g)	% Retida		Massa retida (g)	% Retida		Simples	Acumul.
		Simples	Acumul.		Simples	Acumul.		
<b>4,8</b>	1,6	0,16	0,16	1,4	0,14	0,14	0,15	0,15
<b>2,4</b>	14,8	1,48	1,64	13,8	1,38	1,52	1,43	1,58
<b>1,2</b>	36,6	3,66	5,3	34,2	3,42	4,94	3,54	5,12
<b>0,6</b>	438,6	43,86	49,16	362,2	36,22	41,16	40,04	45,16
<b>0,3</b>	433,9	43,39	92,55	514,8	51,48	92,64	47,43	92,59
<b>0,15</b>	52,3	5,23	97,78	56,6	5,66	98,3	5,44	98,04
<b>Fundo</b>	19	1,9	100,00	17,1	1,71	100,00	1,80	100,00
<b>Total</b>	<b>1000,00</b>	<b>100,00</b>		<b>1000,00</b>	<b>100,00</b>		<b>100,00</b>	

Fonte: Autor, 2018.

Figura 18- Gráfico do agregado miúdo



Fonte: Autor, 2018.

A curva granulométrica do agregado miúdo determina que devido à faixa de domínio do agregado em questão é classificado como areia fina.

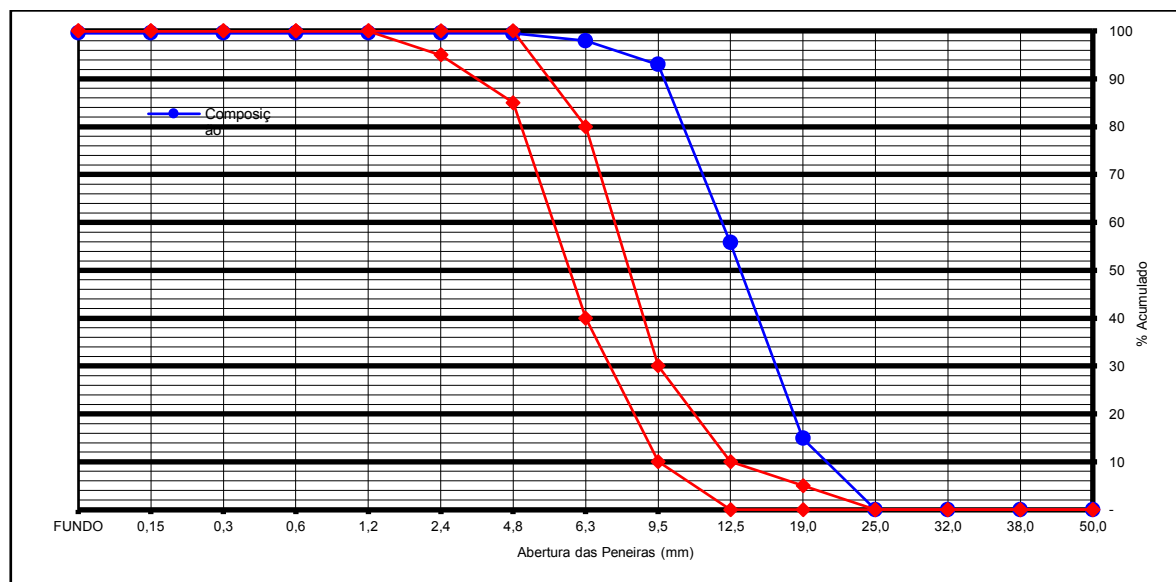
Tabela 6- Granulometria do agregado graúdo

Peneiras	1º Determinação			2º Determinação			Média % Retida	
	Massa retida (g)	% Retida		Massa retida (g)	% Retida		Simples	Acumul.
		Simples	Acumul.		Simples	Acumul.		
25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19,0	61	1,22	1,22	1426,9	28,53	28,53	14,87	14,87
12,5	1192,1	23,84	25,06	2893,6	57,87	86,40	40,85	55,72
9,5	3233	64,66	89,72	492,1	9,84	96,24	37,25	92,98
6,3	448,8	8,98	98,72	48	0,96	97,2	4,97	97,95
4,8	64,2	1,28	99,98	90	1,8	99	1,54	99,49
2,4	3,2	0,064	100,00	3	0,06	100,00	0,062	100,00
<b>Total</b>	<b>5000,00</b>	<b>100,00</b>		<b>5000,00</b>	<b>100,00</b>		<b>100,00</b>	

Fonte: Autor, 2018

A distribuição granulométrica do agregado graúdo caracterizada na figura 19, apresenta uma definição que classifica o material como brita 1. Essa definição é considerada pelo encontro da curva na zona 1.

Figura 19- Gráfico do agregado graúdo



Fonte: Autor, 2018.

Os ensaios para determinar a granulometria dos agregados foram estabelecidos conforme a ABNT NBR NM 248 (2003). Os materiais retidos nas peneiras, obtiveram somatórias inferiores a 0,3% da massa total. Outra observação feita, é que os agregados apresentaram uma porcentagem retida acumulada inferior a 5% em massa.

#### 4.2.3 Determinação da massa específica

Tabela 7- Resultados da massa específica do agregado miúdo

	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3
Volume Inicial	200 ml	200 ml	200 ml
Volume Final	385 ml	390 ml	398 ml
Massa	500 g	500 g	500 g
Resultado	2,604	2,631	2,525
<b>Média final (g/cm<sup>3</sup>)</b>			<b>2,587</b>

Fonte: Autor, 2018.

Para determinar a massa específica do agregado miúdo, foi usada a NBR 9776 (1987), a qual prescreve o método para a obtenção do parâmetro através do uso do frasco de Chapman, conforme a (figura 12). O resultado encontrado foi considerado satisfatório, pois dois dos resultados consecutivos, feitos com o mesmo agregado miúdo, não tiveram interferência maior que 0,05 g/cm<sup>3</sup>, conforme ilustrado na tabela 7.

Tabela 8- Resultados da massa específica do agregado graúdo

Descrição	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3
Massa do agregado seco (g)	2801	2832	2795
Massa do agregado saturado superfície seca (g)	2951,4	2945,9	2911,2
Massa do agregado submerso (g)	1848,1	1845,9	1803,8
Resultado (g/cm <sup>3</sup> )	2,538	2,574	2,524
<b>Média Final (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,545</b>		

Fonte: Autor, 2018.

Para determinação da massa específica do agregado graúdo, foi feito o uso da norma NBR NM 53 (2009). Foram usadas 3 (três) amostras, cada uma com 3000 g de brita 1. Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, havendo uma variação máxima das determinações de aproximadamente 0,05 g/cm<sup>3</sup>, para massa específica em relação às amostras conforme e ilustrado na tabela 8.

#### 4.2.4 Determinação da massa unitária

O recipiente utilizado para o ensaio tem as dimensões 32 cm x 32 cm x 15 cm (comprimento x largura x altura), cujo o volume é de 15,36 dm<sup>3</sup>. Foram feitos três ensaios para cada tipo de agregado afim de obter uma média padrão, conforme ilustrado na tabela 9 e 10.

Quadro 1- Resultado da massa unitária do agregado miúdo

Amostra	Massa (kg)	Volume do recipiente (dm <sup>3</sup> )	Massa unitária (kg/dm <sup>3</sup> )
1	24,45	15,36	15,917
2	24,37		1,5865
3	24,35		1,5852
<b>Média</b>			<b>1,5878</b>

Fonte: Autor, 2018.

Quadro 2- Resultados da massa unitária do agregado graúdo

Amostra	Massa (kg)	Volume do recipiente (dm <sup>3</sup> )	Massa unitária (kg/dm <sup>3</sup> )
1	25,15	15,36	1,637
2	25,23		1,642
3	24,98		1,626
<b>Média</b>			<b>1,637</b>

Fonte: Autor, 2018.

A norma determina que os resultados de massa unitária, obtidos individualmente, não devem diferir mais que 1% em relação à média. Sendo assim, os resultados tanto para o agregado miúdo quanto para o graúdo são considerados satisfatórios.

### 4.3 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO

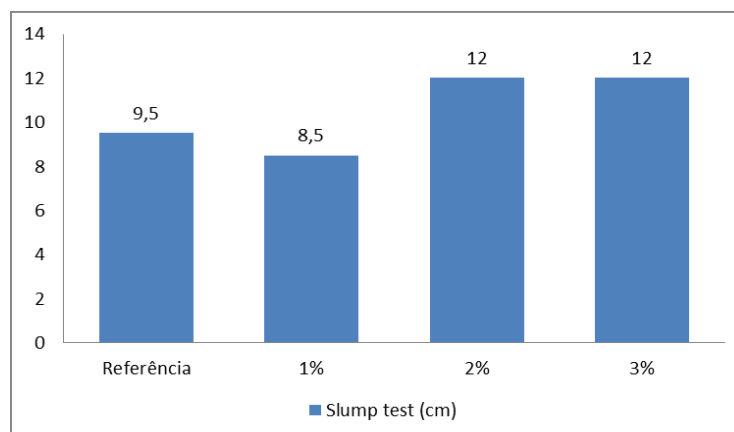
#### 4.3.1 Determinação do índice de consistência

Tabela 9- Resultado do Slump Test

Traço	Slump test	Cons. De água
Referência	9,5 cm	6750 ml
1%	8,5 cm	6625 ml
2%	12 cm	6500 ml
3%	12 cm	6375 ml

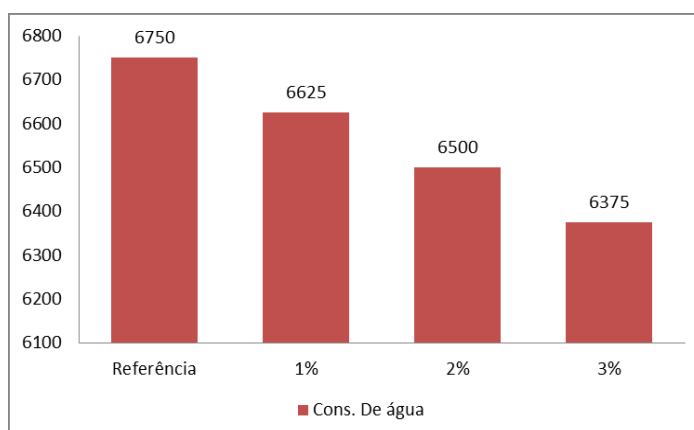
Fonte: Autor, 2018.

Figura 20- Índice de consistência



Fonte: Autor, 2018.

Figura 21- Consumo de água



Fonte: Autor, 2018.

Por meio do ensaio, notou-se que houve uma redução no consumo de água levando em consideração o valor do traço de referência, cada vez que a dosagem do resíduo químico era aumentada no concreto, a aplicação de água diminuía constantemente. Vale ressaltar que as características do concreto, logo se mostravam distintas, uma aparência mais viscosa e saturada. No momento de verificar o *Slump Test* foi observado que na aplicação de 2% e 3% do aditivo, houve uma deformação maior e uma diminuição consistência em relação ao traço de referência, conforme ilustrado na (figura 21,22 e 23) e (tabela 9).

Figura 22- Ensaio do abatimento do tronco de cone



Fonte: Autor, 2018.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÕES DO CONCRETO NO ESTADO ENDURECIDO

##### 4.4.1 Ensaio de resistência à compressão axial

###### 4.4.1.1 Resultados dos corpos de provas com idade de 7 dias

A determinação da resistência à compressão, com os corpos de prova com idade de 7 dias, foi realizada com 3 (três) amostras para cada traço, sendo que são realizados 3 (três) traços com aditivo e uma referência padrão, o que totaliza 12 (doze) amostras. Os resultados são expostos logo a seguir, na tabela 10.

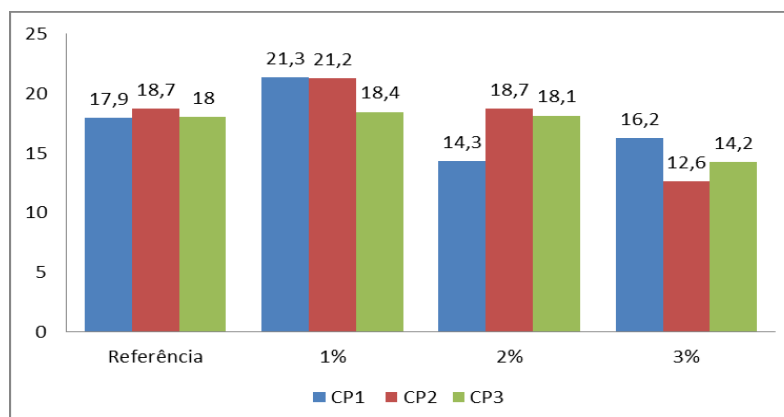
É nítido que houve aumento de resistência no traço com adição de 1%, quando comparado com o traço de referência. Os demais traços de 2% e 3% de adição, demonstraram uma queda de resistência. Esses resultados podem ser melhor visualizados, na figura 24 e nos APÊNDICE B, C, D e E.

Tabela 10- Resultados das amostras com idade de 7 dias

TRAÇO	CP1	CP2	CP3	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
Referência	17,9	18,7	18	18,2	0,35	0,13
1%	21,3	21,2	18,4	20,3	1,34	1,81
2%	14,3	18,7	18,1	17,03	1,94	3,79
3%	16,2	12,6	14,2	14,33	1,47	2,16

Fonte: Autor, 2018.

Figura 23- Resistência à compressão das amostras de idade de 7 dias



Fonte: Autor, 2018.

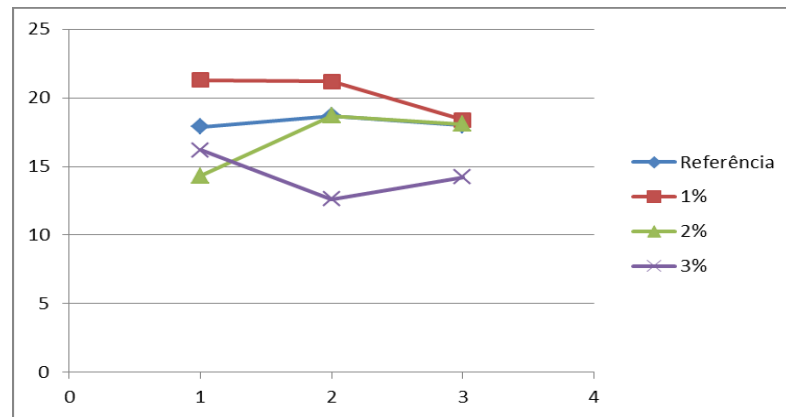
A respeito da dispersão (figura 25), entre um corpo de prova e outro, percebe-se que ocorreu um desvio padrão de 0,35 MPa no traço de referência. Houve também um desvio



padrão de 1,34 MPa, no traço com adição de 1% do aditivo. Já no traço de 2% de aditivo, o desvio foi de 1,94 MPa, enquanto no traço de 3%, foi de 1,47 MPa.

Em relação à variância, os resultados mostram que a menor variação ocorreu no traço de referência, com resultado de 0,13, e o que mais variou foi o traço com adição de 2% do aditivo, apresentando um valor de 3,79.

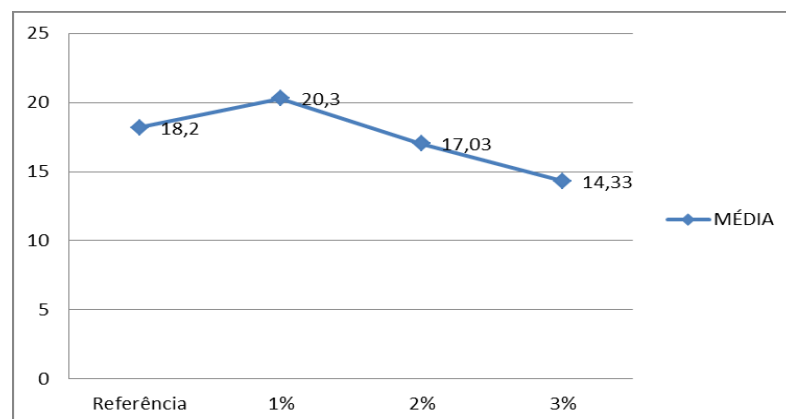
Figura 24- Dispersão da resistência à compressão das amostras de idade de 7 dias



Fonte: Autor, 2018.

A média calculada para cada traço, pode ser visualizada na imagem a seguir (figura 26). Os resultados encontrados, não são satisfatórios, uma vez que houve um decréscimo de resistência na média das amostras com 2% e 3% de adição. Somente nas amostras que contém 1% dos aditivos, ocorreu um acréscimo, com uma média de 20,3 MPa, valor maior do que o traço de referência.

Figura 25- Média de resistência à compressão das amostras de idade de 7 dias



Fonte: Autor, 2018.

#### 4.4.1.2 Resultados dos corpos de provas com idade de 14 dias

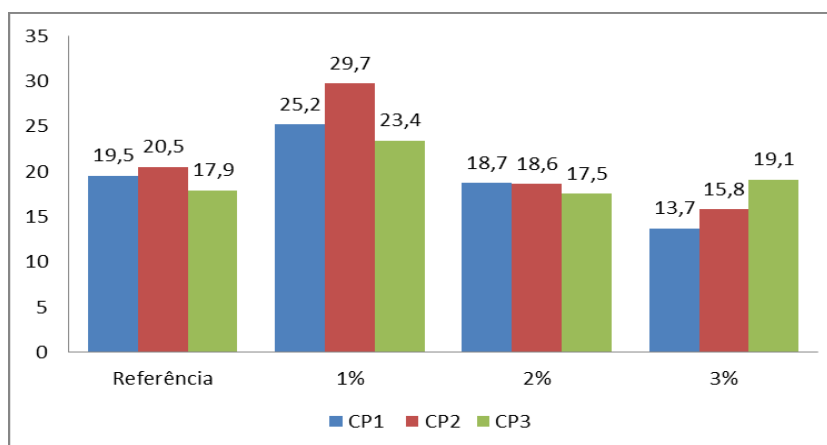
Seguindo o mesmo procedimento das amostras de idade de 7 dias, foram feitos 12 (doze) corpos de prova sendo que 9 (nove) são com adições do rejeito químico da casca do caranguejo-uçá (*Ucidescordatus*), com percentuais diferentes para a determinação de suas resistências à compressão. Os resultados podem ser visualizados a seguir, na tabela 11 e na figura 27, e também nos APÊNDICE F, G, H e I.

Tabela 11- Resultados das amostras com idade de 14

TRAÇO	CP1	CP2	CP3	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
Referência	19,5	20,5	17,9	19,3	1,07	1,14
1%	25,2	29,7	23,4	26,1	2,64	7,02
2%	18,7	18,6	17,5	18,27	0,54	0,29
3%	13,7	15,8	19,1	16,2	2,22	4,94

Fonte: Autor, 2018.

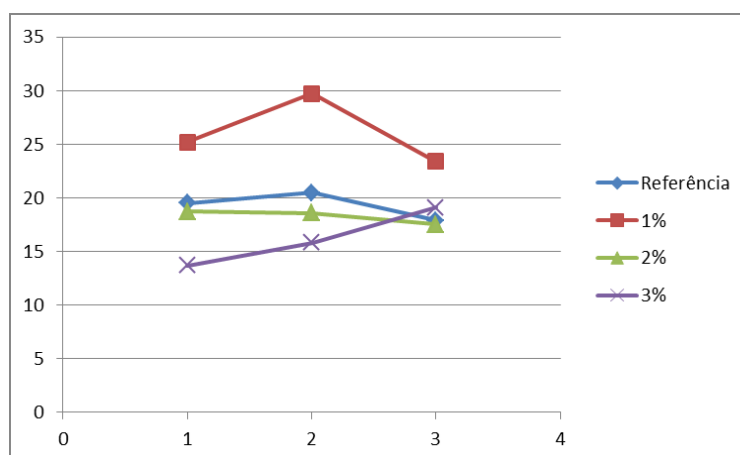
Figura 26- Resistência à compressão das amostras de idade de 14 dias



Fonte: Autor, 2018.

O resultado do desvio padrão foi deram-se conforme a Figura 28. Os maiores graus de dispersão foram encontrados nas amostras do traço com adição de 1% e 3% do aditivo. No primeiro foi apresentado 2,64 MPa e no segundo de 2,22 MPa de desvio. Já o resultado das amostras do traço com adição de 2% de aditivo, apresentou uma diferença muito inferior em relação às outras, um valor de 0,54 MPa, visto que as amostras do traço de referência apresentaram um desvio de 1,07 MPa.

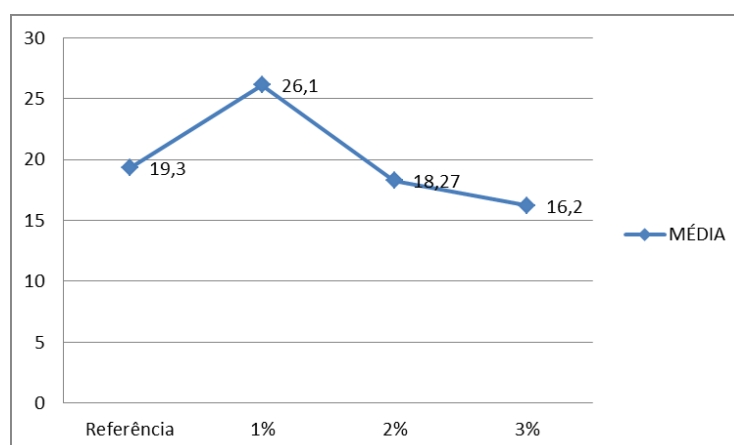
Figura 27- Dispersão da resistência à compressão das amostras de idade de 14 dias



Fonte: Autor, 2018.

As médias encontradas nos traços de 14 dias de idade podem ser visualizadas na figura 29. Bem como no traço de idade de 7 dias, as amostras que apresentaram maior resistência à compressão, foram as com traço de 1% de aditivo. Os demais traços, demonstraram uma queda na sua resistência, contendo resultados não muito satisfatórios.

Figura 28- Médias das resistências à compressão das amostras de idade de 14 dias



Fonte: Autor, 2018.

#### 4.4.1.3 Resultados dos corpos de provas com idade de 28 dias

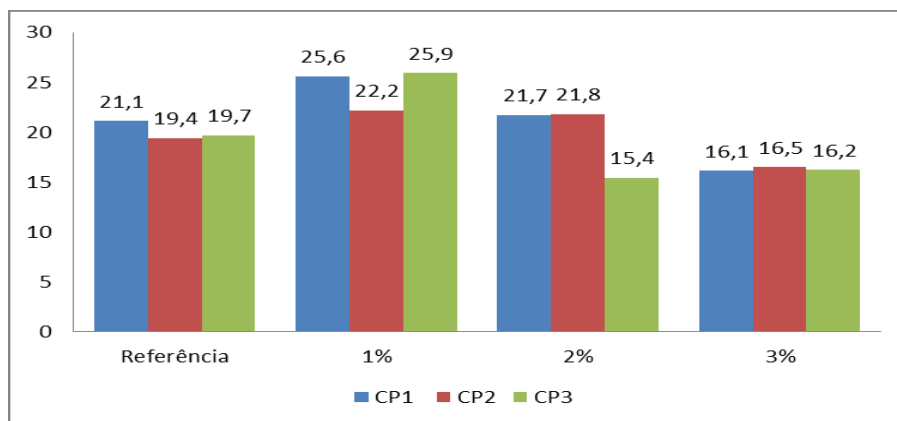
As amostras de idade de 28 dias apresentaram resultados à compressão axial semelhantes às demais idades, conforme pode ser observado na tabela 12 e na figura 30 e nos APÊNDICE J, L, M e N. Observa-se que as amostras com adição de 1% do aditivo químico, dispõem maior resistência em relação às demais avaliadas.

Tabela 12- Resultados das amostras de idade de 28 dias

TRAÇO	CP1	CP2	CP3	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
Referência	21,1	19,4	19,7	20,07	0,74	0,54
1%	25,6	22,2	25,9	24,57	1,67	2,81
2%	21,7	21,8	15,4	19,63	2,99	8,96
3%	16,1	16,5	16,2	16,27	0,17	0,03

Fonte: Autor, 2018.

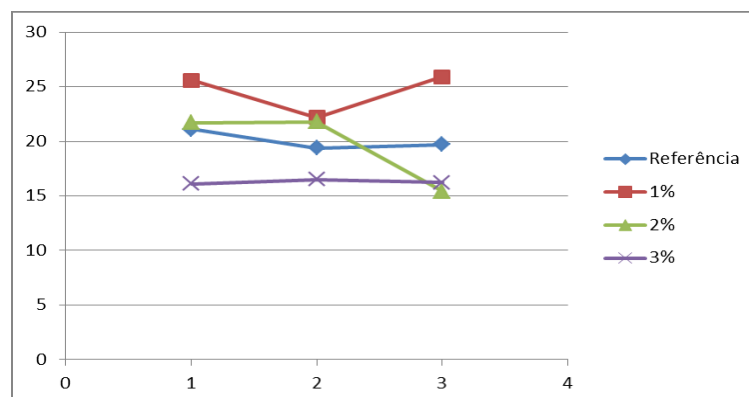
Figura 29- Resistência à compressão das amostras de idade de 28 dias



Fonte: Autor, 2018.

De acordo com a figura 31, os resultados se mantiveram com o desvio padrão semelhante nos traços de referência, com adição de 1% e 3% do aditivo químico. No entanto, o traço onde se adicionou 2% do aditivo, contou com um desvio de 2,99 MPa, visto que o CP3 apresentou uma resistência mais dispersa.

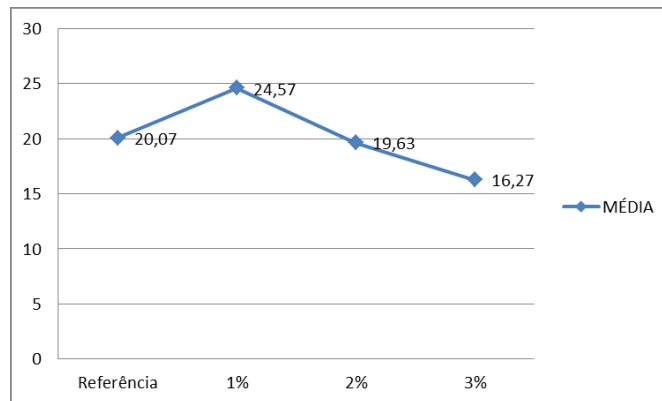
Figura 30- Dispersão da resistência à compressão das amostras de idade de 28 dias



Fonte: Autor, 2018.

Em relação às médias dos traços avaliados, que podem ser visualizadas na figura 32, os resultados foram similares às outras idades. Houve um aumento de resistência no traço com 1% do aditivo, em relação ao traço de referência e os demais traços com 2% e 3% do aditivo, obtiveram uma queda de resistência bastante considerável.

Figura 31- Médio das resistências à compressão das amostras de idade de 28 dias

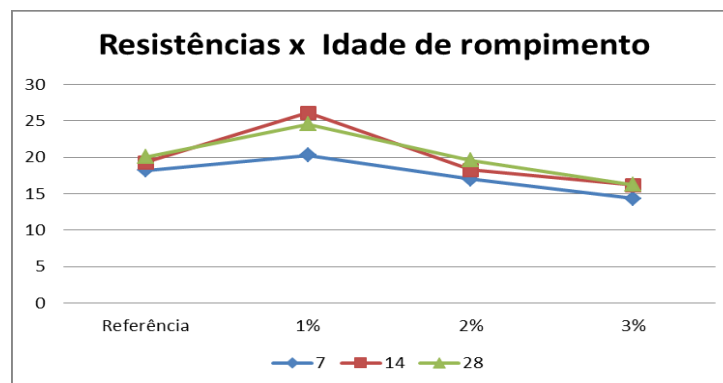


Fonte: Autor, 2018.

#### 4.4.1.4 Análise comparativa

Através da figura 33, percebe-se o comportamento dos CP's em relação à resistência à compressão. Nela é perceptível o aumento da resistência no traço com adição de 1% do aditivo químico no concreto em todas as idades, sobretudo na idade de 14 dias, que alcança um valor de 26,1 MPa, sendo maior que o próprio traço de referência, destacando também que com o aumento do volume da adição teve a redução da resistência em todas as idades, também uma observação importante é que essa diminuição de resistência pode ter relação com fator a/c.

Figura 32- Resistência x Rompimento



Fonte: Autor, 2018.

#### 4.4.3 Ensaio de absorção de água

A determinação da absorção de água foi realizada através da ABNT NBR 9778 (2009), onde foram avaliados 3 corpos de prova para cada traço, utilizando a seguinte expressão:

Equação 1: Absorção de água

$$A = \frac{Msat - Ms}{Ms} \times 100$$

Onde:

A: Absorção

Msat: massa saturada

Ms: massa seca

Foram avaliadas CP's com idade de 28 dias, em 4 tipos de traços diferentes. Os resultados são apresentados na tabela 13.

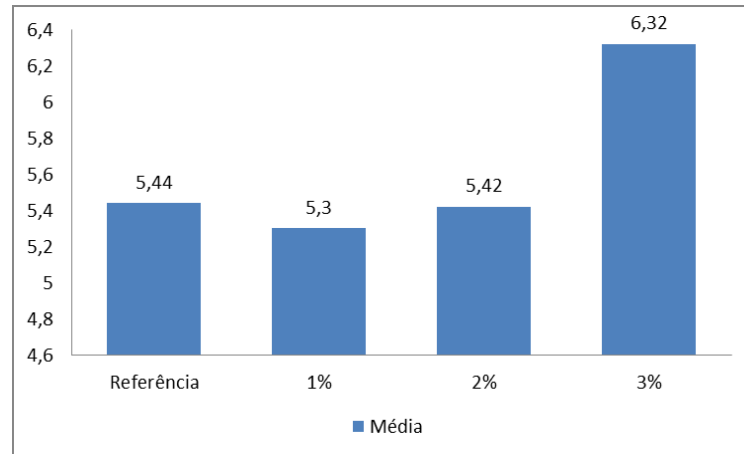
Tabela 13- Absorção de água por imersão

Traço	CP	Massa seca (kg)	Massa sat. (kg)	Teor Absorção (%)	Médias
<b>Ref.</b>	1	3,4942	3,6677	4,96	5,44
	2	3,4538	3,6558	5,84	
	3	3,4668	3,6583	5,52	
<b>1%</b>	1	3,4231	3,6003	5,18	5,3
	2	3,3892	3,5698	5,33	
	3	3,4243	3,6094	5,4	
<b>2%</b>	1	3,357	3,5346	5,29	5,42
	2	3,3723	3,5523	5,34	
	3	3,3886	3,5791	5,62	
<b>3%</b>	1	3,2166	3,4205	6,34	6,32
	2	3,2933	3,4933	6,07	
	3	3,2637	3,4777	6,55	

Fonte: Autor, 2018.

Os valores encontrados em cada traço foram avaliados em relação a uma média, apresentando teores, conforme pode ser visualizado na figura 34.

Figura 33- Médio do índice de absorção



Fonte: Autor, 2018.

Observa-se que houve uma diferença nos teores de absorção de água, em relação ao traço de 1% de adição houve a menor absorção de água se comparando aos outros traços, o traço com maior absorção foi às amostras com 3% de adição que apresentou uma média de 6,32%. Diante disso, ficou claro que com os ensaios que a durabilidade do concreto é inversamente proporcional à quantidade de absorção de água no corpo de prova, pois quanto maior a absorção maior será a possibilidade de ataques por agentes agressivos presentes na água. Observou-se também, que por causa dessa manifestação, houve uma redução da durabilidade do concreto no traço de adição de 3% do aditivo em relação à todas as idades no ensaio de resistência a compressão axial.

## 5 CONCLUSÃO

Com o foi exposto, foi possível concluir que o resultado da caracterização dos materiais constituintes do concreto referência (agregado miúdo e agregado graúdo) foi considerado satisfatório, visto que atenderam as exigências e critérios das normas específicas. A etapa de produção do resíduo químico da casca do caranguejo-uçá, também foi concluída com sucesso, visto que esse mesmo material modificou a característica do concreto após sua aplicação.

Quanto ao tempo de início e fim de pega, os valores encontrados em cada traço mostraram que de fato, houve uma diferença pequena com a aplicação do resíduo químico na pasta de cimento, se comparado com traço de referência. Concluído logo após os resultados que aplicação dos resíduos químico não altera em relação à pega do cimento.

Para a etapa de produção do concreto, nos ensaios que utilizaram aditivo químico com o volume de 2% e 3% de aplicação, foram atingidos um abatimento de 12 cm, sendo maior que do traço de referência, com 9,5 cm, o que significa por consequência, que diminuiu a consistência da massa. Já o que foi aplicado apenas uma dosagem de 1%, demonstrou um menor abatimento, em torno de 8,5 cm.

No que diz respeito à resistência a compressão, o concreto composto com 1% de aplicação do resíduo químico, apresentou  $f_{ck}$  maior em todas as idades, chegando a ser maior inclusive quando comparado com traço padrão. Todavia, quando há um aumento no volume de aplicação do resíduo químico no traço, há também uma tendência à queda da resistência do concreto em todas as idades, como consequência no ensaio também ocorreu uma mudança na relação a/c que pode ter afetado nesses resultados.

Conclui-se também, que a adição do resíduo químico promoveu aos CP's, uma maior absorção de água, sendo crescente esse volume nos traços com 2% e 3% de resíduo químico, já no de 1% ocorreu uma menor absorção ate mesmo em relação ao traço de referência, cada vez que foi aumentada a dosagem do resíduo químico em cada traço, consequentemente houve uma maior penetração de H<sub>2</sub>O no interior dos CP's. Devido a isso pode-se observar, que um maior valor de absorção no concreto endurecido, tende a afetar diretamente na resistência do concreto, conclusão tirada após análise de resultados que foram demonstrados no ensaio de resistência à compressão.



## **6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Nos últimos anos surgiu a necessidade de reutilizar os resíduos que são constantemente produzidos pela sociedade. Em virtude disso é de suma importância realizar mais estudos acerca do tema proposto neste trabalho, para contribuir com a reutilização do resíduo do tratamento químico da casca do caranguejo-uçá dando um fim adequado ao resíduo e conseqüentemente minimizar o impacto causado pela grande geração de concreto. A seguir algumas sugestões:

- O uso dos resíduos em teores maiores para complementar os resultados obtidos no trabalho presente.
- Realizar outros ensaios com as mesmas quantidades de teores para obter resultados em relação a outras propriedades.

## REFERÊNCIAS

ADAM, M. NEVILLE. **Propriedades do Concreto**. 2. Ed. São Paulo: PiniLtda, 1997.

AGBOH, O.C.; QIN, Y. Chitin and Chitosan Fibers. **Polymers for Advanced Technologies**. v. 8, p.355-365, 1996.

AMIANI, M.; BOTARO, V.R. Concreto impregnado com polímero (CIP): uso e aplicação do EPS reciclado para redução da permeabilidade de superfícies de concreto. **Revista Matéria**. v. 13, n. 4, pp. 664-673, 2008.

ANDRADE, Walton Pacelli. **Concreto: massa, estrutura, projetado e compactado com rolo: ensaios e propriedades**. São Paulo: Pini, 1997.

ARAÚJO, F.J.F.; AQUINO, M.D.; AQUINO, B.F.; BEZERRA, F.M. L.; NET O, F.C. Aplicação do composto orgânico produzido a partir de caranguejo uçá *ucidescordatuscordatus* no cultivo de feijão *caupivignaunguiculata* (L.) walp. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.v3, p.15-35, set/dez. 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. São Paulo, 2015.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 53- Agregado graúdo- Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 7251- Agregado em estado solto- Determinação da massa unitária. 1982.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 16607- Cimento Portland- Determinação do Tempo de pega. 2017.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 9776- Agregados- Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. 1987.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 49- Agregado miúdo- Determinação de impurezas orgânicas. 2001.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 43- Cimento Portland- Determinação da pasta de consistência normal. 2003.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 11768- Aditivos químicos para concreto de Portland- Requisitos. São Paulo, 2011.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR NM 248- Agregados- Determinação da composição granulométrica. São Paulo, 2003.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR NM 67 – Concreto- Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. São Paulo, 1998.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR 5739- Concreto- Ensaio de Compressão de corpos-de-prova cilíndricos. São Paulo, 2018.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 7211- Agregados para concreto- Especificações. São Paulo, 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 6118- Projeto de estruturas de concreto- procedimentos. São Paulo, 2014.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 9778- Argamassa e concreto endurecido-Determinação da absorção de água por imersão- índice de vazios e massa específicas. São Paulo, 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 9935- Agregados- Terminologia. São Paulo, 2011.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 12655- Concreto de cimento Portland- Preparo, controle e recebimento- Procedimento. São Paulo, 2015.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 11578- Cimento Portland Composto. São Paulo, 1997.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 8953- Concreto para fins estruturais- Classificação pela massa específica, por grupos de resistências e consistência. São Paulo, 2015.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 8522- Concreto- Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. São Paulo, 2017.

**BOGGIO, A. J. Estudo comparativo de métodos de dosagem de concretos de cimento Portland.** 2000. 182 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

**CAMARINI, G. Desempenho de misturas de cimento Portland e escória de altoforno submetidas à cura térmica.** Tese (Doutorado). EPUSP. Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. São Paulo: 1995.

**CAMPANA-FILHO, S. P. et al. Extração, estruturas e propriedades de  $\alpha$ - e  $\beta$ -Quitina.** *Química Nova*, v.30, n. 3, p. 644-650, 2007.

Campanha “Deixe o Uçá Namorá” combate pesca predatória da espécie. **Jornal Perspectiva**, Santos, 28 Dez. 2017. Disponível em: <http://jornalperspectiva.com.br/noticias/campanha-deixe-o-uca-namora-combate-a-pesca-predatoria-de-caranguejo/>. Acesso em: 4 mai. 2018.

CIMENTO.ORG. Efeito da qualidade da água no concreto. 2010. Disponível em: <https://cimento.org/efeito-da-qualidade-da-agua-no-concreto/>. Acesso em: 19 Abr. 2018.

DA CLASSIFICAÇÃO DE CONCRETOS PARA FINS ESTRUTURAIS, CONFORME A ABNT. **Pini blogs**. Disponível em: [http://blogs.pini.com.br/posts/normas-tecnicas-pericias/\[46\]-da-classificacao-de-concretos-para-fins-estruturais-conforme-a-363873-1.aspx](http://blogs.pini.com.br/posts/normas-tecnicas-pericias/[46]-da-classificacao-de-concretos-para-fins-estruturais-conforme-a-363873-1.aspx) Acesso em: 16 abril 2018.

DAMIAN, C.; BEIRÃO, L. H.; FRANCISCO, A. de; ESPÍRITO SANTO, M. L. P.; TEIXEIRA, E. Quitosana: um amino polissacarídeo com características funcionais. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 16, n. 2, p. 195-205, abr./jun. 2005.

DE CASTRO, E. **Estudo da resistência à compreensão do concreto por meio de Testemunhos de pequeno diâmetro e esclerometria**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

DERING, I. et al. Avaliação da resistência mecânica à compressão e absorção de água de aglomerante alternativo utilizando delineamento experimental simplex. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 20., 2012, Joinville. **Anais...** Curitiba: Departamento Academico de Mecânica-UTFPR, 2012. p. 1261-1268.

FARIAS, S. S.; SIQUEIRA, S. M. C.; CRISTINO, J. H. S.; ROCHA, J. M. Biopolímeros: Uma alternativa para promoção do desenvolvimento sustentável. **Revista Geonorte**.v.7, n.26, p.61-77, 2016.

FIGUEIREDO, F. C. **Resina de líquido da castanha de caju (LCC) utilizada para redução da permeabilidade de superfícies de concreto**. 2016. 111p. Tese (Doutorado)- Rede Nordeste de Biotecnologia, Teresina.

FREIRE, K, R. R. **Avaliação do Desempenho de inibidores de corrosão em armadura de concreto**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba:2005.

GALVÃO, José Carlos Alves. **Estudo das propriedades dos concretos confeccionados com cimento CP V- ARI e CP II- F 32, sob diferentes temperaturas de mistura e métodos de cura**. 2003. 112 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

GARCIA, R.B.; SILVA, D. L. P.; COSTA, M.; RAFFIN, F.N.; RUIZ, N. M. da S. Avaliação de Géis Obtidos a partir da Acetilação da Quitosana em meio Heterogênea. **Química. Nova**, v. 31, n.3, p. 486-492, 2008.

GOIÁS CP II F 40. **InterCement**. Disponível em: [http://brasil.intercement.com/ProdutosServicos/detalhes\\_cimento/26](http://brasil.intercement.com/ProdutosServicos/detalhes_cimento/26) Acesso em: 21 abr. 2018.

GUIA DO CONSTRUTOR. Importância da pedra e areia na construção civil. Disponível em: <http://www.guiadoconstrutor.com.br/blog/tag/agregados-miudos-e-graudos>. Acesso em: 12 abr. 2018.

HATTORI, Gustavo Yomar. **Densidade populacional do caranguejo-uçá (*Ucidescordatus*) (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocyodidae) na região de Iguape (SP)**. 2006. 143 p. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal.

ISAIAS, Geraldo C. **Concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo: Ibracon, 2011.

JUNIOR, Enio Ribeiro. Propriedades dos materiais constituintes do concreto. **Revista On-Line IPOG Especialize**, Goiânia, v.01, n.10, 2015.

LIMA, C. I. V. et al. Concreto e suas inovações. **Revista Ciências Exatas e Tecnológicas**, Maceió, v. 1, n. 1, p. 31-40, Maio 2014.

LIMA, A. B. P. **Análise das condições da água amassamento utilizada no concreto produzido em obras da ufersa, de acordo com as especificações da ABNT NBR15900:2009**. 2014. 65p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

MARMITTI, B. A. et al. Estudo comparativo de métodos para dosagem de concreto. In: CONGRESSO TECNICO CIENTIFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 73., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Francisco Beltrão, 2016.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 2014. 573 p.

MEHTA, Povindar K.; MONTEIRO, Paulo J. Melaragno. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

MODRO, N.L.R. et al. Avaliação de concreto de cimento Portland contendo resíduos de pet. **Revista matéria**, v.14, n.1, pp. 725-736, 2009.

NEVES, A.C.; SCHAFFNER, R.A.; KUGELMEIER, C.L.; WIEST, A.M.; ARANTES, M.K. Otimização de processos de obtenção de quitosana a partir de resíduo da carcinicultura para aplicações ambientais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Setor Palotina, v.2, p.34-47, 2013.

NOBREGA, A. K. C. **Formulação de pasta cimentícia com adição de suspensões de quitosana para cimentação de poços de petróleo**. 2009. 134 f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Natal.

O QUE É CONCRETO?. **Portal do concreto**. Disponível em: <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/concretos.html> Acesso em: 5 Abr. 2018.

PACHECO, R. F. R. **Análise do Módulo de Elasticidade e Resistência à compressão de concretos produzidos em Centrais na Grande Vitória. Experimentais e Estatísticas.** 2006. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2006.

PALHARES, R.A.; BRASIL, L.H.; COSTA, A.G. Tecnologia do concreto contendo polímeros. In: Congr. Técn. Científico da Engenharia e da agronomia- CONTECC'2015, FORTALEZA, CE, Brasil, 2015. **Anais...** Fortaleza: UFERSA, 2015.

PEDROSO, Fábio Luís. Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. **Concreto: Material Construtivo mais Consumido no Mundo**, São Paulo, v. 53, p. 14-19, 2009.

PIBID E O ENSINO DE QUÍMICA. Biomateriais. Disponível em: <http://quipibid.blogspot.com.br/2014/05/biomateriais.html> . Acesso em: 07 mar. 2018.

PINTO, Andréa da Silva. **Otimização de processos de obtenção de quitina e quitosana do exoesqueleto do camarão amazônico ( Macrobrachium amazonicum, HELLER, 1863).** 2014. 35p. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

PORPINO, Karine Karla Pacheco. **Biossorção de ferro (II) por casca de caranguejo (Ucides cordatus).** 2009. 90 p. Dissertação (Mestrado)- UFPB/CCEN. João Pessoa.

RODRIGUES, R. L. et al. Análise da influência de polímeros à base de éteres policarboxilatos em diferentes resistências características de concreto à compressão. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 72., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2015.

RIPPER, T., SOUZA, V. C.M. **Patologia, Recuperação, e Reforço de Estruturas de Concreto.** Ed. Pini. São Paulo, 1998.

SANTOS, Silvia. (01 de novembro de 2013). Sustentabilidade Construção: Concreto com sustentabilidade. Acesso em 15 de Março de 2018, Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=2660#.WqsCt8PwbIU>

SILVEIRA, P. M. et al. Estudo do comportamento mecânico do concreto com borracha de pneu. **Revista Matéria.** v.21, n.2, pp.416-428, 2016.

TENÓRIO, J. J. L. **Avaliação de propriedades do concreto produzido com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição visando aplicações estruturais.** 2007. 157 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil: Estruturas)- Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A- Dosagem do concreto

TRAÇO	Cimento (kg)	Agregado miúdo (kg)	Agregado graúdo (kg)	Quantidade de água (ml)	Quantidade de Resíduo (ml)
Referência	12,5	25,25	25,07	6750	0
1%	12,5	25,25	25,07	6625	125
2%	12,5	25,25	25,07	6500	250
3%	12,5	25,25	25,07	6375	375

### APÊNDICE B- Resultados à compressão do traço referência com idade de 7 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	14375	17,9
2	14939	18,7
3	14451	18
<b>Média</b>		18,22
<b>Desvio Padrão</b>		0,35

### APÊNDICE C- Resultados à compressão, do traço com adição de 1% de resíduo químico com idade de 7 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	17031	21,3
2	16977	21,2
3	14744	18,4
<b>Média</b>		20,29
<b>Desvio Padrão</b>		1,34

APÊNDICE D- Resultados à compressão, do traço com adição de 2% do resíduo químico com idade de 7 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	11416	14,3
2	14982	18,7
3	14473	18,1
<b>Média</b>		17,01
<b>Desvio Padrão</b>		1,94

APÊNDICE E- Resultados à compressão, do traço com adição de 3% do resíduo químico com idade de 7 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	12998	16,2
2	10082	12,6
3	11372	14,2
<b>Média</b>		14,34
<b>Desvio Padrão</b>		1,47

APÊNDICE F- Resultados à compressão do traço referência com idade de 14 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	15622	19,5
2	16392	20,5
3	14299	17,9
<b>Média</b>		19,28
<b>Desvio Padrão</b>		1,07



APÊNDICE G- Resultados à compressão, do traço com adição de 1% do resíduo químico com idade de 14 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	20154	25,2
2	23764	29,7
3	18723	23,4
<b>Média</b>		26,07
<b>Desvio Padrão</b>		2,64

APÊNDICE H- Resultados à compressão, do traço com adição de 2% do resíduo químico com idade de 14 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	14972	18,7
2	14906	18,6
3	14007	17,5
<b>Média</b>		18,27
<b>Desvio Padrão</b>		0,54

APÊNDICE I- Resultados à compressão, do traço com adição de 3% do resíduo químico com idade de 14 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	10939	13,7
2	12630	15,8
3	15286	19,1
<b>Média</b>		16,17
<b>Desvio Padrão</b>		2,22

APÊNDICE J- Resultados à compressão do traço referência com idade de 28 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	16890	21,1
2	15514	19,4
3	15817	19,7
<b>Média</b>		20,07
<b>Desvio Padrão</b>		0,74

APÊNDICE L- Resultados à compressão, do traço com adição de 1% do resíduo químico com idade de 28 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	20500	25,6
2	17790	22,2
3	20750	25,9
<b>Média</b>		24,57
<b>Desvio Padrão</b>		1,67

APÊNDICE M- Resultados à compressão, do traço com adição de 2% do resíduo químico com idade de 28 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	16955	21,7
2	17487	21,8
3	12305	15,4
<b>Média</b>		19,63
<b>Desvio Padrão</b>		2,99

APÊNDICE N- Resultados à compressão, do traço com adição de 3% do resíduo químico com idade de 28 dias.

CP's	FORÇA RUPTURA (Kgf)	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)
1	12923	16,1
2	13194	16,5
3	13009	16,2
<b>Média</b>		16,28
<b>Desvio Padrão</b>		0,17

## ANEXOS

CopySpider Scholar | Análise x

https://scholar.copyspider.net/view/showStudyInCS3.php?&cfa=5be76d1b93a0ce83ab3535bbf268392da6284351&changeLang=pt\_br

CopySpider Scholar Português Login

Exportar relatório Referências ABNT Visualizar

TCC II- WALENF CARVALHO DA SILVA.docx (23/11/2018):

Documentos candidatos

- unochapeco.edu.br/ci... [0,9%]
- docente.ifrn.edu.br/... [0,58%]
- passeidireto.com/arq... [0,25%]
- drb-assessoria.com.b... [0,17%]
- manualdaquimica.uol... [0,1%]
- aboutcivil.org/tests... [0,05%]
- en.wikipedia.org/wik... [0,05%]
- endmemo.com/sconvert... [0%]
- traditionaloven.com/... [0%]

Arquivo de entrada: TCC II- WALENF CARVALHO DA SILVA.docx (8703 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
unochapeco.edu.br/ci...	Visualizar 4185	116	0,9	
docente.ifrn.edu.br/...	Visualizar 46087	320	0,58	
passeidireto.com/arq...	Visualizar 1166	25	0,25	
drb-assessoria.com.b...	Visualizar 959	17	0,17	
manualdaquimica.uol...	Visualizar 1136	10	0,1	
aboutcivil.org/tests...	Visualizar 1084	5	0,05	
en.wikipedia.org/wik...	Visualizar 1100	5	0,05	
endmemo.com/sconvert...	Visualizar 345	0	0	
traditionaloven.com/...	Visualizar 879	0	0	
ulbra-to.br/laic/dow...	-	-	-	Conversão falhou

CopySpider

Ferramentas Arquivo URL Iniciar Parar Limpar Opções

E-mail walensilva74@gmail.com Modo de pesquisa Buscar em arquivos da internet

Nome do arquivo de entrada	Relatório	Tempo	Progresso	Chance	Status	Principal	Remover
E:\tcc\FINAL\TCC II- WALENF CARVALHO DA SILVA.docx	Analisar	00:15:43	100%	0,9%	Ok		✘

APOIA.se

Torne-se um Apoiador e tenha acesso a licenças exclusivas com todos os recursos do CopySpider.

Versão: 1.3.9

17:03 23/11/2018