



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
ENGENHARIA CIVIL**

**CÁRITA MONIELLE MAIA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE UMA CORRELAÇÃO DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO À  
TRAÇÃO COM ENSAIO ESCLEROMÉTRICO PARA DETERMINAÇÃO DA  
ADERÊNCIA DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**

**PORTO NACIONAL - TO  
2017**

**CÁRITA MONIELLE MAIA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE UMA CORRELAÇÃO DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO À  
TRAÇÃO COM ENSAIO ESCLEROMÉTRICO PARA DETERMINAÇÃO DA  
ADERÊNCIA DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**

Projeto de Pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Me. Alexandre Cerqueira de Jesus

**PORTO NACIONAL - TO  
2017**

**CÁRITA MONIELLE MAIA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE UMA CORRELAÇÃO DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO À  
TRAÇÃO COM ENSAIO ESCLEROMÉTRICO PARA DETERMINAÇÃO DA  
ADERÊNCIA DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Projeto de Pesquisa apresentado e defendido em 29 / 11 / 2017 pela Banca examinadora constituída pelos professores:

---

Orientador: Prof. Me . Alexandre Cerqueira de Jesus

---

Prof. Me. Taís Gomes

---

Prof. Me. Larrisa Jácome Barros Silvestre

**PORTO NACIONAL-TO  
2017**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mostra as variadas camadas que podem compor o revestimento. ....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
Figura 2 - Diferentes alternativas de revestimento de parede; (a) emboço + reboco + pintura (sistema.mais antigo); (b) camada única + pintura; (c) revestimento decorativo monocamada (RDM).....	5
Figura 3 - Mecanismo de funcionamento do esclerômetro.....	12
Figura 4 - Gráfico de correlação entre a resistência e compressão. ....	13
Figura 5 - Pastilha metálica, 2 – camada de cola, 3 – argamassa de revestimento, 3* - argamassa de revestimento (área de ensaio), 4 – suporte, $F_u$ – força de rotura....	14
Figura 6 - Representação da parede e dos painéis.....	17

## RESUMO

A resistência de aderência é uma das propriedades das argamassas de revestimentos, importantes para serem determinadas na avaliação do desempenho dos revestimentos utilizados nas paredes e tetos das edificações. Para avaliação desta propriedade é realizado ensaio destrutivo descrito pela NBR 13528:2010. O ensaio consiste em determinar em uma pequena área do painel a resistência de aderência à tração através do arrancamento de pastilhas coladas no revestimento. Para realização deste trabalho serão produzidos painéis de revestimento com traço (1:4), aglomerante/areia fina, em diferentes espessuras de revestimento de (1,5 e 2,0 centímetros). A argamassa utilizada será caracterizada no seu estado fresco e endurecido, nos painéis de revestimento, serão determinados os valores de índice esclerométrico, nos mesmos pontos onde serão realizados os ensaios de arrancamento à tração com argamassa, com 14, 28 e 91 dias de idade. O presente trabalho irá propor uma correlação deste ensaio destrutivo com o ensaio não destrutivo (esclerômetro) de tal maneira que se possa viabilizar a determinação da aderência em uma área maior, expandido a abrangência dos resultados em um menor tempo.

**Palavras-chaves-** Argamassa de Revestimento. Arrancamento à tração. Esclerometria. Correlação.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mostra as variadas camadas que podem compor o revestimento. ....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
Figura 2 - Diferentes alternativas de revestimento de parede; (a) emboço + reboco + pintura (sistema.mais antigo); (b) camada única + pintura; (c) revestimento decorativo monocamada (RDM).....	5
Figura 3 - Mecanismo de funcionamento do esclerômetro.....	12
Figura 4 - Gráfico de correlação entre a resistência e compressão. ....	13
Figura 5 - Pastilha metálica, 2 – camada de cola, 3 – argamassa de revestimento, 3* - argamassa de revestimento (área de ensaio), 4 – suporte, $F_u$ – força de rotura....	14
Figura 6 - Representação da parede e dos painéis.....	17

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>2</b>
2.1	BREVE HISTÓRICOS DAS ARGAMASSAS	2
2.2	CONCEITO DE ARGMASSA E RESVESTIMENTO	2
2.3	ESTRUTURA DE RESVESTIMENTO	3
<b>2.3.1</b>	<b>SUBSTRATO</b>	<b>3</b>
2.4	COMPONENTES DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO	4
2.5	FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS	5
2.6	PROPREIEDADES DAS ARGMASSAS	6
<b>2.6.1</b>	<b>PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO</b>	<b>6</b>
<b>2.6.2</b>	<b>TRABALHABILIDADE</b>	<b>6</b>
<b>2.6.3</b>	<b>RETENÇÃO DE ÁGUA</b>	<b>8</b>
<b>2.6.4</b>	<b>ADESÃO INICIAL</b>	<b>8</b>
2.7	PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO	9
<b>2.7.1</b>	<b>ADERÊNCIA</b>	<b>9</b>
<b>2.7.2</b>	<b>RESISTÊNCIA MECÂNICA</b>	<b>10</b>
2.8	MÉTODOS DE ENSAIO NÃO DESTRUTIVO E DESTRUTIVO	11
<b>2.8.1</b>	<b>MÉTODO ESCLEROMÉTRICO</b>	<b>12</b>
<b>2.8.2</b>	<b>VANTAGENS E LIMITAÇÕES</b>	<b>13</b>
<b>2.8.3</b>	<b>MÉTODO DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO Á TRAÇÃO (PULL-OFF)</b>	<b>14</b>
<b>2.8.4</b>	<b>VANTAGENS E DESVANTAGENS</b>	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
<b>2.8.5</b>	<b>VANTAGENS</b>	<b>14</b>
<b>2.8.6</b>	<b>DESVANTAGENS</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
3.1	OBJETIVO GERAL	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>16</b>
4.1	ETAPA I - PRODUÇÃO DO PAÍNEL DE ALVENARIA COM REVESTIMENTO (FASE 1)	16
4.2	ETAPA II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS CONSTITUINTES DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO (FASE 1)	18
4.3	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	18

4.4	MASSA ESPECÍFICA .....	19
4.5	MASSA UNITÁRIA.....	19
4.6	INCHAMENTO.....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.7	CIMENTO PORTLAND .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.8	CONSISTÊNCIA.....	20
4.9	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.10	ETAPA III - DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO E ADESÃO (FASE 3).....	20
4.10.1	<b>ENSAIO ESCLEROMETRIA (NÃO DESTRUTIVO).....</b>	<b>20</b>
4.10.2	<b>ARRANCAMENTO Á TRAÇÃO (ENSAIO DESTRUTIVO) .....</b>	<b>21</b>
4.11	ESTUDO ESTATÍSTICO DOS DADOS EXPERIMENTAIS.....	22
5	<b>ORÇAMENTO .....</b>	<b>25</b>
6	<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>26</b>
7	<b>RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>27</b>
8	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A argamassa é um dos materiais mais utilizados na construção civil, desde tempos antigos, quando o gesso e a cal desempenhavam a função de material ligante na construção de edificações para unir e revestir. Acredita-se, que, para aumentar a resistência da argamassa gradativamente, os gregos e romanos adicionavam outros materiais com propriedades ativas, como as pozolanas.

A argamassa é a mistura de aglomerantes e agregado miúdo com água, possuindo a capacidade de endurecimento e aderência, conferindo a interação entre argamassa e substrato de concreto ou cerâmico.

A argamassa de revestimento é um sistema que pode ser um conjunto de subsistemas, com a finalidade de unir e revestir os componentes do substrato, tendo como principais funções: proteção, regularização, estanqueidade, e isolamento acústico.

A resistência de aderência à tração é uma das propriedades fundamentais da argamassa de revestimento, pois é a propriedade da interface entre o substrato e o revestimento de argamassa.

O ensaio de determinação da resistência potencial de aderência à tração, conforme a ABNT NBR 15258 (2010) diz que a aderência é a tensão máxima aplicada por uma carga perpendicular à superfície da argamassa aplicada.

Arrancamento à tração é um ensaio que fornece características de desempenho da aderência da argamassa ao substrato. É um ensaio classificado como ensaio destrutivo ao material em estudo.

É possível determinar uma correlação do ensaio destrutivo de arrancamento à tração, com ensaio esclerométrico não destrutivo?

O ensaio de arrancamento à tração é um ensaio que causa danos ao revestimento, além ser um ensaio cuja duração é longa em relação ao ensaio esclerométrico, área produzida para execução do ensaio é pequena em relação ao volume de argamassa de revestimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BREVE HISTÓRICO DAS ARGAMASSAS

Silva (2006) relata que os primeiros aglutinantes usados eram as argilas, gesso, e a cal calcinada, para assentamento e revestimentos dos blocos de pedra que constituem as paredes das edificações. Ioppi (1995 apud, MARTINELL, 1989), apresenta uma escala cronológica, dos materiais utilizados em argamassa para assentamento e revestimento nas épocas antigas.

De acordo com Rodrigues (2013) e Ioppi (1997), as civilizações antigas como as egípcias, as gregas e as romanas utilizavam materiais ligantes nas argamassas de suas construções. Material ligante como pozolanas juntamente com materiais inertes encontradas na natureza.

No Brasil, conforme informações citadas por Recena (2011) as caieiras produziam a cal a partir da calcinação de conchas marinhas, destinada à produção de argamassa.

### 2.2 ARGAMASSA E REVESTIMENTO

A argamassa, de acordo com Ribeiro, Pinto e Starling (2013) podem ser conceituados como uma mistura de aglomerantes, agregados miúdos (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais, com propriedades de aderência e endurecimento. Os autores afirmam que as principais características das argamassas são: trabalhabilidade, resistência, aderência e durabilidade. Essas propriedades estão associadas à composição da mistura.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da sua NBR - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas- Terminologia. 13529 (2013, p.1), define que:

“Os revestimentos de argamassa é o cobrimento de uma superfície com um ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final, decorativo.”

O manual de revestimento da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP 2002), diz que os revestimentos de argamassa podem ser entendidos como a proteção de uma superfície porosa através de uma ou mais camadas superpostas, resultando em uma superfície apta a receber de maneira adequada uma decoração final.

Já para Recena (2011), os revestimentos tem a finalidade de revestir alvenarias em paredes, muros ou estruturas de concreto armado, aptas a apresentar adequada resistência de aderência ao substrato, além de contribuir para impermeabilidade e estabilidade volumétrica para que não ocorram fissuras de retração.

## 2.3 ESTRUTURA DE RESVESTIMENTO

### 2.3.1 Substrato

Os sistemas de revestimentos serão aplicados sobre uma base ou substrato, formando um conjunto bem aderido e contínuo (BAUER 2005). A norma de execução de revestimentos de paredes e tetos com argamassas inorgânicas- Procedimentos NBR 7200 (1998) define que as bases de revestimento podem ser de concreto ou bloco cerâmico, dentre outros, devem atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento. Silva (2016) descreve que o substrato deve apresentar uma textura rugosa e capacidade de absorver água, para melhorar o mecanismo de aderência física, química e/ou mecânica da argamassa.

Segundo Bauer (2005), os substratos podem ser classificados de diferentes formas, apresentadas abaixo:

**Pela natureza dos materiais constituintes:** alvenaria de blocos cerâmicos ou blocos de concreto;

**Pela função:** elementos de vedação e estruturais;

**Por suas características físicas:** textura, porosidade, capacidade de sucção de água e propriedades mecânicas.

Santos (2008) complementa que os substratos que não recebem aplicação do chapisco, podem ter grande influência na qualidade final do revestimento em função da diversidade de características e textura.

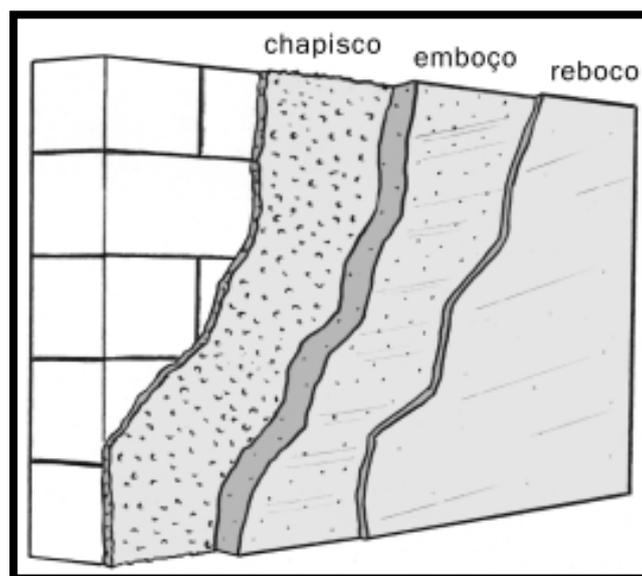
### 2.3.2 Componentes das argamassas de revestimento

Bauer (2005) e Carasek (2007) afirmam que os revestimentos podem ser constituídos por uma ou mais camadas, ou seja: chapisco, emboço, reboco. Que podem ser encontrados aderidos ao substrato.

a. **Chapisco:** a camada de preparo da base deve apresentar aderência ao substrato, aplicada de forma contínua ou descontínua com finalidade de uniformizar a superfície.

b. **Emboço:** consiste em cobrir e regularizar a superfície do substrato ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outras camadas, de reboco, de revestimento cerâmico, o procedimento ou tratamento decorativo.

c. **Reboco:** camada de revestimento utilizada para o cobri mento do emboço propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou acabamento final.

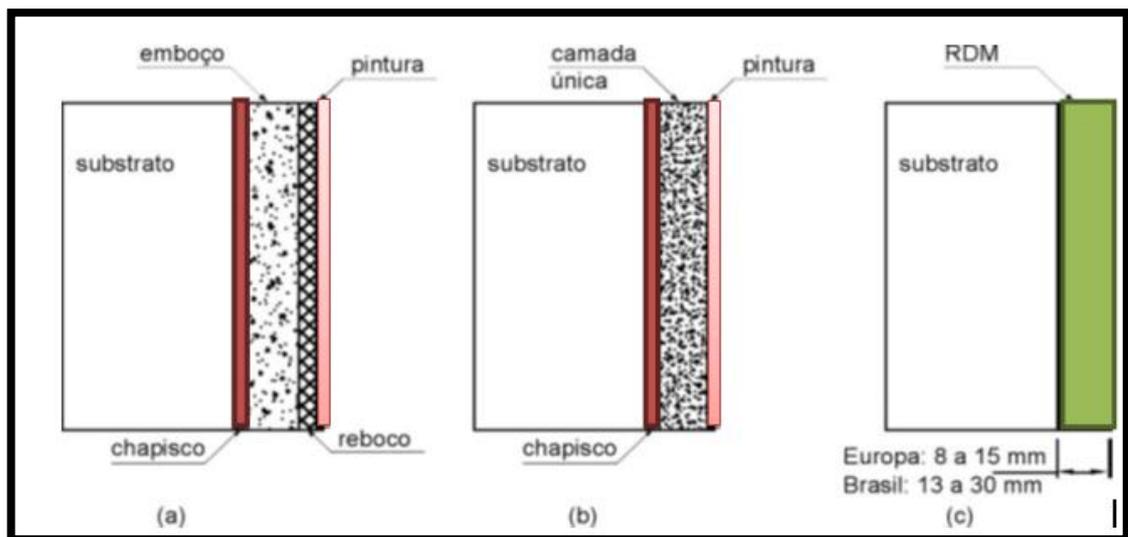


Fonte: Silva, (2016)

Os autores complementam com outros sistemas de revestimentos argamassados, descritos abaixo, é apresentados na (Fig. 3).

- d. **Camada única:** revestimento de um único tipo de argamassa aplicada à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa também chamada de “massa única” ou “reboco paulista”.
- e. **Revestimento decorativo monocamada- RDM:** revestimento aplicado em uma única camada, que faz a função de regularização e decoração. Argamassa de RDM é constituída de cimento branco, cal hidratada, agregados de várias naturezas, pigmentos inorgânicos, fungicidas, e vários aditivos.

Figura 1 - Diferentes alternativas de revestimento de parede; (a) emboço + reboco + pintura (sistema mais antigo); (b) camada única + pintura; (c) revestimento decorativo monocamada (RDM)



Fonte: Adaptada, Carasek (2007).

## 2.4 FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS

Para Carasek (2007), os revestimentos de argamassa de parede têm em geral as seguintes funções:

- Proteger a alvenaria e a estrutura contra ação do intemperismo, no caso dos revestimentos externos;
- Integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com diversas funções, tais como: isolamento térmico (30%), isolamento acústico

(50%), estanqueidade à água (70% a 100 %), segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais.

Manual de revestimento da associação brasileira de cimento portland ABCP (2002) complementa a importância do revestimento como elemento isolante, um revestimento de argamassa que apresenta espessura entre 30 a 40% da espessura da parede pode ser responsável por 50% do isolamento acústico, 30% isolamento térmico o que atribui 100% para estanqueidade de vedação à alvenaria comum.

## 2.5 PROPRIEDADES DAS ARGMASSAS

Moura (2007) afirma que as argamassas de revestimento devem apresentar como principal característica a aderência ao substrato/base de forma resistente e durável, para garantir bom desempenho.

### 2.5.1 Propriedades no estado fresco

A seguir são descritas algumas das propriedades das argamassas de revestimento no estado fresco.

#### 2.5.2 Trabalhabilidade

Santos (2008) afirma que trabalhabilidade é a propriedade das argamassas no estado fresco definida como a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas em condições homogêneas. Desta forma a trabalhabilidade está relacionado ao conjunto complexo de propriedades tais como: consistência, plasticidade, retenção de água, coesão, exsudação, densidade da massa e adesão inicial, conforme descritas no Quadro 1, (CARASEK, 2007).

Quadro 1 - Propriedades relacionadas com trabalhabilidade das argamassas.

Propriedades	Definição
Consistência	É a maior ou menor facilidade da argamassa deforma-se sob ação de cargas
Plasticidade	É a propriedade pela qual a argamassa tende a conservar-se deformada a retirada das tensões de deformação
Retenção de água E De consistência	É a capacidade de a argamassa fresca manter sua trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam a perda de água.
Coesão	Refere-se às forças físicas de atração existentes entre as partículas sólidas da argamassa e as ligações químicas da pasta aglomerante.
Exsudação	É a tendência de separação da água (pasta) da argamassa, de modo que a água sobe e os agregados descem pelo efeito da gravidade. Argamassas de consistência fluida apresentam maior tendência à exsudação.
Densidade de massa	Relação entre a massa e o volume de material.
Adesão inicial	União inicial da argamassa no estado fresco ao substrato.

Fonte: Carasek, (2007).

Silva (2006) e Carasek (2007) entendem que as características das argamassas estão relacionada principalmente com a consistência, podendo ser classificadas de diferentes formas, apresenta-se seguir:

- a. **Argamassa seca:** a pasta de aglomerante que somente preenche os vazios entre os agregados, deixando-os ainda em contato. Atrito entre as partículas que resulta em massa áspera;
- b. **Argamassa plástica:** uma fina camada de pasta aglomerante “molha” a superfície dos agregados, dando uma boa coesão;
- c. **Argamassa fluída:** as partículas de agregado estão imersas no interior da pasta aglomerante, sem coesão interna. Os grãos de areia não oferecem nem resistência ao deslizamento.

Moura (2007) complementa que consistência é a capacidade das argamassas suportarem deformações das ações externas. Enquanto que para Silva (2006), a plasticidade é a propriedade pela qual a argamassa tende a conservar-se deformada após a redução das tensões.

### **2.5.3 Retenção de água**

Segundo Recena (2008), a retenção de água é a capacidade da argamassa não perder água em contato com substratos porosos que apresentam sucção elevada ou por evaporação. Moura (2007) afirma que a retenção está associada à capacidade da argamassa não perder sua consistência e resistir à perda de água por evaporação, ou absorção da superfície.

Carasek (2007) afirma que a relação entre a retenção de água e a sucção do substrato deve ser adequada para garantir a hidratação do cimento, para que a água não seja totalmente absorvida. Temp (2014) complementa, essa propriedade influencia tanto o comportamento da argamassa no estado fresco quanto no estado endurecido. A falta de uma adequada retenção de água prejudica a execução do revestimento.

### **2.5.4 Adesão inicial**

Santos (2008), afirma que adesão inicial é definida como a capacidade de união da argamassa ao substrato, que influenciará no comportamento futuro do conjunto substrato/revestimento, quanto ao desempenho de aderência.

Para Salles (2010) a adesão inicial está relacionada ao fenômeno mecânico que ocorre em superfícies porosas, pela ancoragem da argamassa na base, através da entrada de pasta nos poros, reentrâncias e saliências, seguidos pelo endurecimento progressivo da pasta. Adesão inicial está relacionada com as seguintes variáveis

- Característica da base (porosidade, rugosidade, condições de limpeza);
- Superfície de contato efetivo entre a argamassa e base;
- Trabalhabilidade e retenção de água adequada à sucção da base e às condições de exposição.

Temp (2014) afirma, que, para uma adequada adesão inicial, a argamassa deve apresentar trabalhabilidade e retenção de água. Caso essas propriedades não

sejam atendidas, pode ocorrer a perda de aderência, em razão da entrada rápida da pasta nos poros da base.

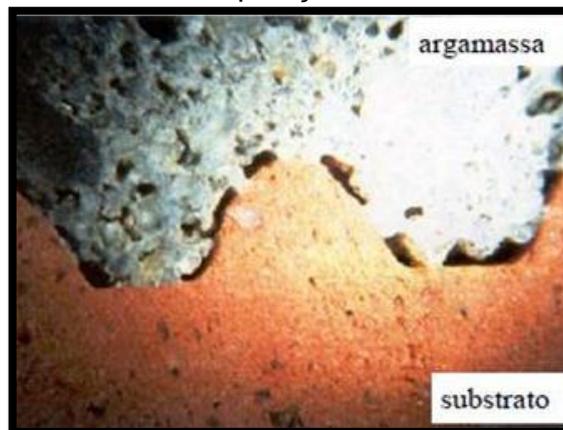
## 2.6 PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO

A seguir são descritas algumas propriedades das argamassas de revestimento no estado endurecido.

### 2.6.1 Aderência

Paes e Gonçalves (2002) afirmam que aderência é a propriedade que possibilita a interface argamassa /substrato, como pode observar na fig.4, de resistir a esforços normais e tangenciais. Define a capacidade do revestimento em manter-se estável, com ausência de fissuras e fixo ao substrato. Carasek (2007) afirma que, a aderência deriva da conjunção de três propriedades da interface da argamassa – substrato. São citadas a seguir:

Quadro 2 - Composição do revestimento.



Fonte: Carasek (1996)

- Resistência de aderência à tração;
- Resistência de aderência ao cisalhamento;
- Extensão da aderência (razão entre área de contato efetivo e área total a ser unida);

Para Santos (2008), a aderência depende das propriedades da argamassa no estado fresco, e dos procedimentos de execução do revestimento. Carasek (1996) complementa que os outros fatores podem influenciar a aderência das argamassas os poros da base, como mostra (Fig.5).

Quadro 3 - Fatores que exercem influência na aderência de argamassas sobre bases porosas.



Fonte: Carasek, (2010)

Na concepção de Guacelli (2006) aderência desenvolve-se, pela ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base e por efeito de aderência mecânica das argamassas nas reentrâncias.

### 2.6.2 Resistência Mecânica

Moura (2007) afirma que a resistência mecânica é a propriedade dos revestimentos de possuir na sua estrutura interna consolidação, capaz de suportar esforços mecânicos das mais diversas origens.

Segundo Guacelli (2001) a resistência mecânica em corpos de prova de argamassa tem sido utilizada quando se pretende correlacioná-la a outras propriedades. O autor em referência descreve que a resistência mecânica apresenta algumas características, citadas a seguir.

- A resistência mecânica do revestimento deve ser compatível com a do substrato;
- As resistências devem ser decrescentes das camadas internas para as externas;
- A deformidade do revestimento deve ser compatível ao substrato

## 2.7 METÓDOS DE ENSAIO NÃO DESTRUTIVO E DESTRUTIVO

Ensaio não destrutivo são os ensaios que não causam dano ao elemento ensaiado ou deixam pequenos danos para serem reparados após o ensaio, não gera a perda da capacidade resistente da peça (EVANGELISTA, 2002). O autor acrescenta que esse tipo de ensaio indicados para uso em estruturas antigas e novas. Em estruturas nova auxiliam no monitoramento do ganho de resistência em estruturas antigas sevem avaliar a integridade da estrutura.

Neville e Brooks (2013), afirmam que método de ensaio destrutivo causam danos na estrutura, só devem ser empregados quando os métodos de ensaios não destrutivos não forem apropriados. Os autores afirmam que são ensaios que apresentam um custo muito elevado.

Quadro 2 - Descrição dos ensaios não destrutivos e destrutivos.

<b>Ensaio Não destrutivo (END)</b>	
Tipos de ensaio	Descrição
Pacometria	O ensaio de pacometria apresenta com a possibilidade de identificação do posicionamento e diâmetro dos vergalhões metálicos na massa de concreto.
Ultrassom	A ultrassonografia segue a NBR8802/1994 análise de falhas, avaliação da integridade física de juntas de concretagem, avaliação de injeções de resina aplicadas em fissuras, análise de falhas no interior das estruturas de concreto
Esclerometria	O ensaio de esclerometria é utilizado estruturas de concreto armado para determinação da resistência à compressão. O ensaio de esclerometria é especificado pela NBR 7584 "Concreto Endurecido – Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão
<b>Ensaio destrutivo (ED)</b>	
Umidade	Através de equipamento especial, que trabalha através do princípio da constante dielétrica do material, terminamos a umidade superficial de diversas superfícies. O
Extração de Testemunhos	A extração de testemunhos em estruturas de concreto armado para determinação da resistência à compressão e emite laudo técnico do ensaio de ruptura. . O procedimento é executado pela NBR

	7680. "Extração prepara, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto.
--	---

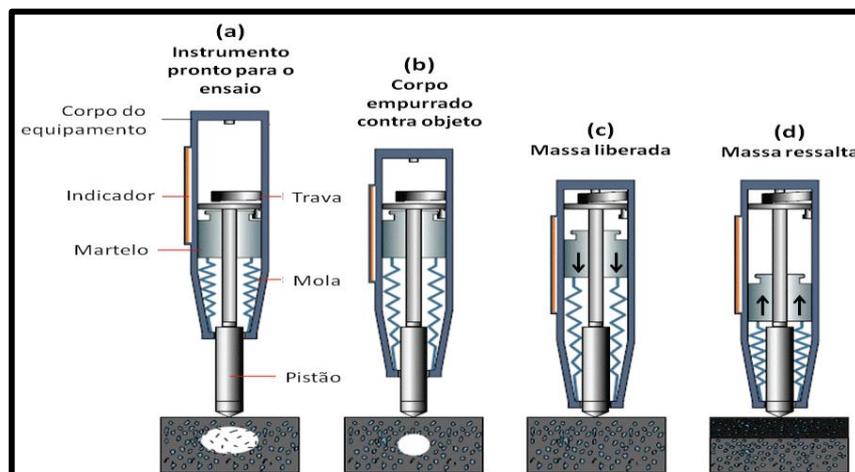
Fonte: Duarte,( 2012).

### 2.7.1 Método esclerométrico

Neville e Brooks (2003) definem que o ensaio esclerométrico, é um método não destrutivo de ensaio utilizado em concreto para estimar a resistência através da sua dureza. O equipamento usado para ensaio é o martelo de teste de concreto de Schmidt. A norma de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão NBR 7584 (2012), fornece dados para verificação da qualidade do concreto no estado endurecido.

Evangelista (2002) e autores comentam que, para avaliação da resistência in loco do concreto é o ensaio de esclerometria. O ensaio baseia em realizar impactos sobre a superfície de concreto endurecido de modo padronizado utilizando uma massa de energia conhecida, como mostra a (Fig. 3).

Figura 2 - Mecanismo de funcionamento do esclerômetro.



Fonte: Medeiros e Pereira (2012).

Alves (2012) complementa que o ensaio consiste em impactar a superfície de concreto, com uma energia de impactada fornecida. Então, medi o valor de rebote denominado de reflexão do martelo, após o impacto no concreto, sendo valor de rebote denominado de índice esclerométrico (IE).

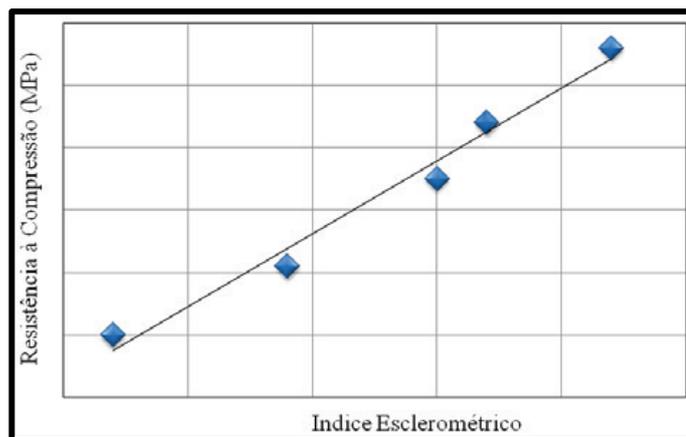
A norma avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão NBR 7584 (2012) descreve índice esclerométrico como sendo o valor obtido através do impacto, correspondente ao número do martelo. Alves (2012)

afirma que energia de impacto é dividida em duas parcelas, uma na deformação provocada no local de contato de impacto, e a outra como energia de atrito mecânico no aparelho esclerométrico.

Medeiros e Perreira (2012) dizem que o aparelho esclerométrico apresenta curvas próprias que correlacionam o IE com a resistência à compressão, no entanto, Alves (2012, apud, SAMANEIJO, 2014),” estas curvas levam em conta concreta preparados em outro países, utilizando agregados com características deferentes dos usando no Brasil”. A norma 7584 (2012) diz que as curvas sejam refeitas.

Na (fig. 4) pode ser visualizado um exemplo de curva que correlaciona o índice esclerométrico com a resistência à compressão do concreto em mpa.

Figura 3 - Gráfico de correlação entre a resistência e compressão.



Fonte: Madeiros e Pereira, (2002).

### 2.7.2 Vantagens e limitações

Evangelista (2002) afirma a facilidade de manuseio do equipamento, custo do ensaio e aquisição do equipamento são baixos, rapidez e obtenção de uma grande quantidade de resultados, considerando os danos causados nas estruturas são praticamente nulos. O referente autor afirma que o método torna-se atrativo para monitoramento de ganho de resistência e da uniformidade do concreto.

Câmara (2012) cita como limitações os resultados apresentados no ensaio são referentes apenas a uma camada superficial de concreto, em torno de 30mm de profundidade na área ensaiada. Evangelista (2012) refere -se que a principal limitação e interferência da carbonização e o grau

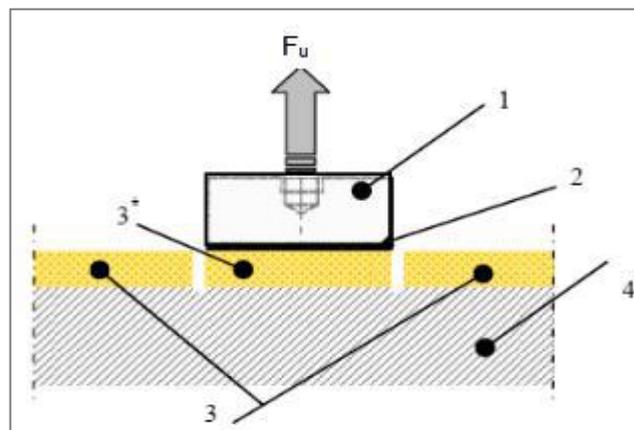
de saturação superficial do concreto o que influencia os resultados do índice esclerométrico.

### 2.7.3 Método do ensaio de arrancamento á tração (*pull-off*)

Segundo Campos (2014) o ensaio para determinação da resistência de aderência à tração, também conhecido por ensaio de arrancamento, é realizado de acordo com método prescrito na norma de argamassa de revestimentos de paredes e tetos- Determinação da resistência potencial de aderência NBR 13528 (2010).

O ensaio é baseado no conceito de força de tração necessária para arrancar um disco de metal, juntamente com uma camada de argamassa, com o substrato que está ligado, como ilustra Fig. 8 ilustra. (LOPES, 2012).

Figura 4 - Pastilha metálica, 2 – camada de cola, 3 – argamassa de revestimento, 3\* - argamassa de revestimento (área de ensaio), 4 – suporte,  $F_u$  – força de rotura.



Fonte: Lopes, (2012).

Lopes (2012, apud, FLORES-COLEN, et al.,2009) “o ensaio é uma técnica bastante utilizada para a avaliação in-situ da aderência de sistemas de revestimento pela sua realização ser simples e rápida. Esta técnica apresenta vantagens e desvantagens.

### 2.7.4 Vantagens.

- Permite obter informação sobre uma característica de desempenho (aderência) e sobre a sua perda em condições em serviço;
- Os resultados são de fácil interpretação e permitem explorar propriedades adicionais;
- Os resultados são fiáveis;

### **2.7.5 Desvantagens.**

- Realização do ensaio não é contínua (existe uma primeira fase de preparação e colagem das pastilhas, uma segunda de realização do ensaio e uma terceira de reparação dos locais ensaiados);
- A duração do ensaio varia de um a dois dias, dependendo do tempo de secagem da cola utilizada na colagem das pastilhas metálicas (na maioria dos casos, são normalmente aplicadas várias pastilhas num dia e completado o ensaio no dia seguinte);
- É uma técnica destrutiva pouco severa mas que afeta integridade do revestimento;

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral dessa pesquisa é determinar uma correlação entre resultados ensaio de arrancamento à tração e os resultados o ensaio esclerométrico, em argamassa de revestimento, por meio de ensaios experimentais utilizando-se de técnicas estatísticas de análises multivariáveis.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir traço e caracterizar materiais constituintes da argamassa de revestimento;
- Construir um painel de alvenaria de bloco cerâmico, com revestimento de argamassa com espessura de 1,5 e 2,0 centímetros;
- Determinar os valores de índice esclerométrico em diferentes pontos do revestimento;
- Determinar os valores de aderência à tração em diferentes pontos do revestimento

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa será desenvolvida no município de Porto Nacional- Tocantins, no Laboratório de Construção Civil do Instituto Presidente Antônio Carlos- ITPAC-Porto. O trabalho desenvolvido ocorrerá em duas fases distintas e complementares.

A primeira fase do trabalho denominada de fase experimental consistirá na realização das atividades no laboratório de engenharia civil com a finalidade de obter dados experimentais a serem utilizados na segunda fase do trabalho. Essa fase será realizada em três etapas:

- Etapa I: levantamento de parede de alvenaria para produção dos painéis da argamassa de revestimento;
- Etapa II: caracterização física dos materiais constituintes
- Etapa III: realização dos ensaios destrutivos e não destrutivo para determinação da resistência de aderência á tração e índice esclerométrico respectivamente.

A segunda fase corresponderá à análise dos resultados obtidos, avaliando a consistência dos dados experimentais, realizando testes estatísticos, análise de estatística descritiva e a realização da análise multivariável para determinação de correlações possíveis.

A seguir apresenta-se a descrição de cada atividade realizada nas etapas experimentais e analíticas dos dados apresentados.

### 4.1 ETAPA I - PRODUÇÃO DO PAÍNEL DE ALVENARIA COM REVESTIMENTO (FASE 1)

Para estudo experimental dessa pesquisa será adotado, dois traços, os mais utilizados na região de Porto Nacional- Tocantins, para revestimentos de argamassa de paredes externas. Adotando-se os procedimentos da norma 16541-(2016), argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. Preparo da mistura.

Traço piloto- (1) 1: 3 (cimento e areia grossa), para chapisco de parede alvenaria.

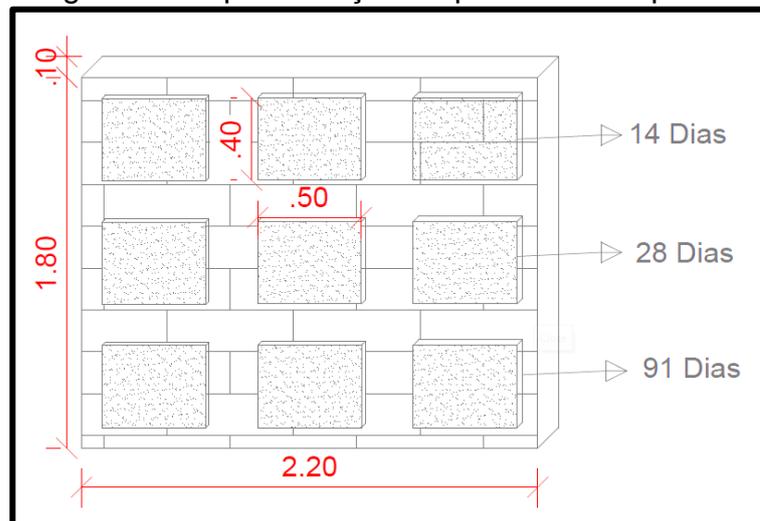
Traço piloto- (2) 1: 4 (cimento e areia fina), para revestimento de argamassa de paredes externas.

Será confeccionada uma parede de alvenaria localizada no laboratório de práticas construtivas em uma área aberta no Instituto tocantinense Antônio Carlos- ITPAC- Porto. Uma parede de alvenaria de 210 cm de largura por 180 cm de altura, utilizando blocos cerâmicos de seis furos, assentados com argamassa sobre uma viga de concreto armado impermeabilizada e chapiscada com argamassa de cimento e areia com traço 1:3. (cimento e areia grossa).

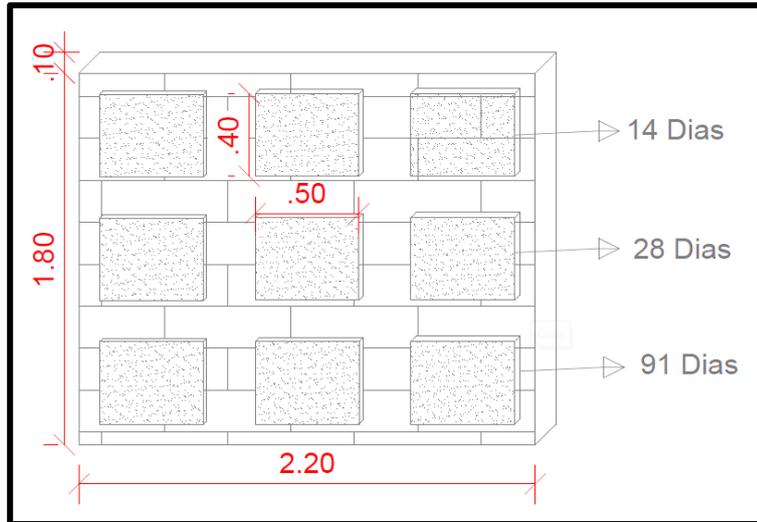
A parede de alvenaria, será dividida em 9 quadrantes de argamassa com 50 cm de largura por 40 cm de altura, como mostra na fig. 8, com espessura de 1,5 cm e 2,0 cm.

Os ensaios serão analisados, nas idades. 14, 28, 91 dias de cura. a parede de alvenaria ficara exposta às condições climáticas locais.

Figura 5 - Representação da parede e dos painéis.



Lado A ( 1,5 cm espessura)  
Fonte: Elaborado Pela Autora (2017)



Lado B (2,0 cm espessura)  
 Fonte: Elaborado Pela Autora (2017)

#### 4.2 ETAPA II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS CONSTITUINTES DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO (FASE I)

A seguir são descritos, os ensaios de caracterizações dos agregados miúdos e aglomerantes. Tendo como foco principal selecionar o material, para produção dos painéis de argamassas de revestimentos.

#### 4.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A granulometria dos agregados tem grande influência sobre a qualidade das argamassas, tanto no estado plástico (trabalhabilidade), como após endurecimento (compacidade e resistência), (AMBROZEWICZ, 2012).

A norma NBR 7211(2005)- Agregados para concretos especificações- descreve os agregados miúdos cujos grãos passam pela peneira com abertura da malha 4,75 mm retidos com abertura de 150  $\mu\text{m}$ , o ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT NM ISSO- 3310.

Objetivo determinação da composição granulométrica do agregado miúdo é determinar dimensão máxima característica e módulo de finura.

A norma descreve NBR NM 248 (2003) análise granulométrica é realizada utilizando as peneiras da série normal, com aberturas das malhas de: 9,5mm,

4,5mm, 2,36mm, 1,18mm, 600,  $\mu\text{m}$ ; 300  $\mu\text{m}$ ; 150  $\mu\text{m}$ ; 75 $\mu\text{m}$  e o fundo de peneiras, balança analítica, escova para limpeza das malhas e agitador mecânico.

#### 4.4 MASSA ESPECÍFICA

A determinação da massa específica aparente dos agregados classifica o material em: leves com massa unitária menor que 2.000 kg/ m<sup>3</sup>, normais com massa unitária entre 2.000 kg/ m<sup>3</sup> e 3.000 kg/ m<sup>3</sup>, pesadas massa unitária acima de 3.00 kg/ m<sup>3</sup>.

A Norma NBR 9976 (1987) - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman, define massa específica é a relação entre a massa total de certo volume de agregado e esse volume, considera-se os vazios existentes entre grãos de agregado.

A massa específica do agregado miúdo é calculada mediante a expressão:

$$\gamma = \frac{500}{L - 200}, \quad \text{Equação (I)}$$

De com norma nbr 9776 (1987) duas determinações consecutivas, feitas com amostras do mesmo agregado miúdo, não devem diferir entre si de mais de 0,05 g/cm<sup>3</sup>.

#### 4.5 MASSA UNITÁRIA

Por meio da massa unitária são feitos as transformações dos traços em massa para volume e vice-versa.

A norma NBR 7251 (1982) – Agregado no estado solto determinação da massa unitária, diz que é a relação entre a massa total em certo volume de agregado e esse volume, considera-se os vazios existentes entre os grãos do agregado. Cujas expressões para o cálculo é representada pela equação mostrada a abaixo:

$$\delta = \frac{m}{V} (\text{Kg} / \text{dm}^3) \quad \text{Equação (II)}$$

Deverão ser realizados três determinações da massa unitária sendo que o resultado final a média das três determinações desde que os resultados individuais não apresentem desvios maiores ou iguais a 1% da média.

No caso do agregado miúdo, massa unitária varia com teor de umidade, o ensaio deve ser feito com agregado seco, (ambrozewicz, 2012).

#### 4.6 CONSISTÊNCIA

A Norma NBR 13273 (2002), Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência, descreve a consistência das argamassas a ser utilizadas na realização dos ensaios para caracterização do material.

A referente norma, explica a execução do ensaio são utilizados as seguintes aparelhagens: balança com resolução de 0,1 g, mesa para índice de consistência, moldes tronco cônico, soquete metálico, misturador mecânico, paquímetro para medições até 300mm, com resolução menos 1mm.

Procedimento de ensaio, preparação da argamassa utilizada para encher o molde colocado de modo centralizado sobre a mesa para índice de consistência, encher o molde em três camadas sucessivas, aplicar para cada 15, 10, 5 golpes com soquete, após os golpes, acionar a manivela da mesa para índice de consistência, de modo que mesa suba e caia 30 vezes de maneira uniforme, imediatamente após a última queda da mesa, medir com paquímetro espalhamento da argamassa. E as medidas devem ser realizadas em três diâmetros, tomados em pares de pontos, uniformem distribuídos ao longo do paquímetro, registra-se as três medidas.

#### 4.7 ETAPA III - DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE INDICE ESCLEROMÉTRICO E ADERÊNCIA (FASE I).

A seguir são descritas, o método de ensaio não destrutivo, e destrutivo.

##### **4.7.1 Ensaio esclerometria (não destrutivo)**

A norma brasileira NBR 7584 (2012) – Concreto Endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de Ensaio rege o de ensaio não destrutivo em que avalia a dureza superficial do concreto endurecido

com uso do esclerômetro de reflexão. O ensaio é comum nas obras em período de execução, para avaliar a resistência do concreto cujo corpo de prova padrão não atingiu o resultado esperado, usado também em caso de estudos de obras antigas, avalia com o esclerômetro, para resultar em uma noção da resistência concreto, possibilitando encontrar problema e determinada parte da estrutura.

O ensaio se inicia na escolha da estrutura a ser ensaiada, pode ser na vertical ou na horizontal, deve-se limpar a superfície e chegar ao concreto “vivo” para não ter presença de irregularidades e sujeiras. A norma exige no mínimo 9 Impactos, no entanto, faz 16 quadros de 30 cm na superfície como, de ensaio para aplicação dos golpes.

Calcular a média aritmética dos 16 valores individuais (impactos) esclerométricos, correspondes à única área de ensaio.

Corrigir o valor médio do índice esclerométrico obtido de uma área de ensaio para índice corresponde se necessário. O coeficiente de correlação devem ser fornecidos pelos fabricantes.

#### **4.7.2 Arrancamento á tração (ensaio destrutivo)**

A NBR 13528 (2010), argamassa para revestimentos de paredes e tetos- Determinação da resistência potencial de aderência à tração define aderência à tração de argamassa para revestimento de paredes e tetos. Os resultados obtidos não caracterizam o desempenho do produto no sistema construtivo.

Para execução do ensaio NBR 13528 (2010) define, aparelhagem utilizadas: equipamento de tração, pastilha peça metálica circular não deformável com proximidade 50 mm de diâmetro, cola a base de resina e epóxi, gabarito para moldagem, equipamento de corte , paquímetro, régua pistola com comprimento de 350 mm, colher de pedreiro

A referente norma descreve preparação do substrato limpo a superfície com painel ou escova, fixa o gabarito deixando uma profundidade uniforme para aplicação da argamassa. Posteriormente a imprimação da argamassa no substrato. Após aplicação da argamassa ao substrato, submeter às condições de cura no mínimo 24 h.

Corte no revestimento deve ser 1 mm para dentro do substrato, colagem das pastilhas na superfície de argamassa. O procedimento de ruptura deve ser realizado nos corpos de prova de 28 dias. Outras idades de ensaio devem constar no relatório. Deve ensaiar 10 corpos de prova, distribuídos no substrato, espaçados em no mínimo 40 mm das bordas e no mínimo em 20 mm entre si, acoplar o equipamento de tração, aplicar uma o esforço de tração perpendicular ao corpo de prova com taxa de carregamento constante de  $(250\pm 50)$  N/s, até ruptura, anotar a carga de ruptura do corpo de prova, em Newtons (P1).

Calcular o resultado de resistência potencial de aderência à tração pela seguinte equação.

$$R_i = P_i / A_i \quad (\text{g/ cm}^3) \text{ Equação (IV)}$$

Onde :

$R_i$  = é a resistência potencial de aderência à tração, em megapascals;

$P_i$  = é a carga de ruptura, em newton ;

$A_i$  = é área do corpos-de- prova, em milímetros quadros.

Referente norma enfatiza que nos casos das rupturas nas interfaces argamassa/substrato, substrato/chapisco e chapisco/argamassa o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no experimento.

#### 4.8 ETAPA I- ESTUDO ESTATÍSTICO DOS DADOS EXPERIMENTAIS- FASE (II)

A etapa inicial será realizada a análise estatística para descrever e resumir os dados experimentais obtidos nos ensaios realizados aplicando a estatística descritiva através das medidas de média, desvio, variância, covariância.

Análise de variância e covariância através de testes da diferença significativa das medias, homogeneidades da variância. Também será realizado com os dados amostrais o teste F e qui-quadrado para validação dos mesmos e identificação da distribuição amostral que melhor se adere a cada variável.

Com os dados brutos será realizada a análise de multivariadas com intuito de verificar a existência de uma correlação direta dos resultados. Também será realizada a mesma análise considerando o processo de equilíbrio de energia

proposto por haminton (1920) para variáveis independentes. Como fator de balizamento das informações será utilizado os coeficientes de correlação de pearson e sperrman.



## 5 ORÇAMENTO

Quadro 1 - Gastos em Recursos Materiais.

Quadro com Recursos Materiais			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
FOLHA A4 500 FOLHAS	1	R\$ 19,90	R\$ 19,90
HD EXTERNO 1 TB	1	R\$ 380,00	R\$ 380,00
IMPRESSORA HP DESKJET	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
GASOLINA	100	R\$ 3,62	R\$ 362,00
CIMENTO	10	250.00	R\$250.00
AREIA MÉDIA	0.5 m <sup>3</sup>	300	R\$300
AREIA FINA	0.5 m <sup>3</sup>	300	R\$300
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1. 861,00</b>

## 6 CRONOGRAMA

Quadro 2 - Cronograma do Projeto de Pesquisa.

Evento	ANO 2017						ANO 2017				
	Juh	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Abr	Mai	Jun
	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05
Escolha do tema	■	■									
Elaboração do projeto		■	■	■							
Revisão Bibliográfica		■	■	■	■	■	■	■			
Apresentação do Projeto					■						
Coletas de dados							■	■	■		
Análise e Discussões dos Dados									■	■	
Revisão da Monografia									■	■	■
Submissão da Monografia											
Análise e Discussões dos Dados											

■ Etapas concluídas

■ Etapas a serem realizadas

## **7 RESULTADOS ESPERADOS**

Os resultados esperados dessa pesquisa, que a correlação possa viabilizar a determinação de aderência, expandido á abrangência dos resultados em um menor tempo.

## 8 REFERÊNCIAS

ALVES, Rogério. Resistência mecânica de concreto de cimento Portland: Correlação de ensaio à compressão axial com esclerometria. 2017. 100p. **Monografia** (Título em Engenharia Civil). Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017.

AMBROZEWIC, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de Construção**. São Paulo: PINI, 2012. 459p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Manual de revestimento. 1. ed. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas- Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos inorgânicas- Especificações- Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos- Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos-. Preparo da mistura. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6467**: Agregados -Determinação do inchamento de agregado miúdo- Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas- Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto- Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland – Determinação à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7251**: Agregados em estado solto - Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584**: Concreto endurecido- Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão- Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9976**: Agregados- Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23**: Cimento Portland e outros em pó - Determinação da massa específica - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados- Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BAUER, E. **Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades**. Brasília: LEMUnB/Sinduscon-DF. 2005. 58p

CÂMARA, Everlei. **Avaliação da resistência à compressão de concretos utilizados na grande Florianópolis através de ensaios não destrutivos**. . **Dissertação** (Mestre em Engenharia). Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CARASEK, H. Aderência da argamassa a base de Cimento Portland a substrato porosos- Avaliação dos fatores intervenientes em contribuição ao estudo mecanismo de ligação . 1996. 285p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, Helena. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 2. Ed. São Paulo: IBRACON, 2007. 1712p.

EVANGELISTA, A. C.J. Avaliação da resistência do concreto usando diferentes ensaios não destrutivos. 2002. 239p. **Tese** (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2002.

GUACELLI, Paulo Anélio. Substituição da Areia Natural por Areia de Britagem de rocha basáltica para argamassa de revestimento. 2010. 167p. **Dissertação**. (Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento). Universidade Federal Londrina, Londrina, 2010.

IOPPI, Paulo Roberto. Estudo da aderência de argamassa de revestimento em substrato de concreto. 1995. 152f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal Santa Maria, Rio Grande Sul 1995.

LOPES, Ana Catarina. Avaliação da variabilidade da técnica de ensaio pul-off na medição da resistência de aderência à tracção em revestimento de ladrilhos cerâmicos e argamassas. 2012. 133p. **Dissertação** ( Mestre em Engenharia Civil). Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2012.

MEDEIROS, M. H. F. de; PEREIRA, E. **Ensaio de “Pull Off” para avaliar a resistência à compressão do concreto: uma alternativa aos ensaios normalizados no Brasil.** Revista IBRACON de estruturas e materiais, São Paulo, 2012. 23p.

MOURA, Cristiane Moura. Aderência de revestimento externos de argamassa em substrato de concreto: Influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco. 2007. 234p. **Dissertação.** (Mestre em Engenharia na Modalidade Acadêmico). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2007.

NEVILLE. A.M; BROOKS J.J. **Tecnologia do Concreto.** 2. ed. Porto Alegre: Brookman, 2013. 448p.

PAES, Isaura Nazaré Lobato; Golçalves Ricardo de Castro. **Revestimento de argamassa: características peculiaridades.** Brasília: LEMUnB/Sinduscon-DF. 2005. 58p.

RECENA, Fernando Antônio Piazza. **Conhecendo Argamassa.** 2. ed.rev. Porto Alegre: EDIPURCS, 2011. 188p.

RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc Silva; Starling Tadeu. **Materiais de Construção.** 4. ed. rev. Belo Horizonte. UFMG, 2013.

RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc Silva; Starling Tadeu. **Materiais de Construção.** 4. ed. rev. Belo Horizonte. UFMG, 2013.

RODRUGUES, Paula Nader. Caracterização das argamassas históricas da ruínas de são Miguel Arcanjos/ Rs. 2013. 142f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal Santa Maria, Rio Grande Sul, 2013.

SALLES, Moacyr Neto. **Materiais de Construção.** Palmas Tocantins: IFTO. 2010. 230p. [Apostila].

SANTOS, Heraldo Barbosa. Ensaio de Aderência das Argamassas de revestimento. 2008. 50f. **Monografia** (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais 2008.

SILVA, Eliseu Mozzomo. Manifestações patológicas em revestimento: Análise e Terapia. 2016. 60f. **Monografia** (Título Engenharia Civil). Universidade Federal Santa Maria, Rio Grande Sul, 2016.

SILVA, Narciso Golçaves. Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária. 2006. 180f. **Dissertação** (Mestre em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUSA, Rafael Alves. Ensaio destrutivos e não destrutivos para estrutura em concreto estrutural. Engracon Engenharia e Arquitetura Ltda. São Paulo. 2001. 6p

TEMP, Aldo Leonel. Avaliação de revestimento argamassa à permeabilidade ao vapor. 2014. 152p. **Dissertação** (Mestre em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

**ANEXO**