UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO - UNDB
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANDRÉ FERNANDO DE SOUZA

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO GRAUTE INDUSTRIALIZADO PELO GRAUTE FABRICADO *IN LOCO*: em recuperação estrutural de pilares

São Luís
2016

ANDRÉ FERNANDO DE SOUZA

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO GRAUTE INDUSTRIALIZADO PELO GRAUTE FABRICADO *IN LOCO*: em recuperação estrutural de pilares

Monografia apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Gilson Câmara Soares Filho

São Luís

2016

Souza, André Fernando de

Estudo de viabilidade técnica e econômica da substituição do graute industrializado pelo graute fabricado *in loco*: em recuperação estrutural de pilares./ André Fernando de Souza.__ São Luís, 2016.

143 f.

Orientador (a): Prof. Gilson Câmara Soares Filho.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil - Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2016.

I. Reforço estrutural – pilares 2. Grautes 3. Resistência I.Título

CDU 624.012.4

ANDRÉ FERNANDO DE SOUZA

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO GRAUTE INDUSTRIALIZADO PELO GRAUTE FABRICADO *IN LOCO*: em recuperação estrutural de pilares

Monografia apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: _____/_____/2016.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Gilson Câmara Soares Filho. (Orientador)
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

_____

1º EXAMINADOR
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

_____

2º EXAMINADOR
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Dedico à Deus, criador do céu e da terra, que nos fez filhos aqui, permitindo-nos ser co-herdeiros do reino dos céus através do Justo, Jesus Cristo, nosso Senhor e Salvador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pois sem Ele nada sou, por Ele sempre ser presente em minha vida, me protegendo e livrando de todo mal, permitindo que eu esteja conquistando mais essa vitória, a Ele seja dado toda adoração e todo louvor, para todo o sempre.

Agradeço à toda minha família, em especial ao meus pais, Flávio e Catarina, à minha irmã Camila, aos quais são minha base, reflexo do meu caráter e honra ao qual me orgulho de ter, agradeço à paciência que tiveram comigo, ao esforço que fizeram para minha formação, por me acompanharem sempre, pelos princípios ensinados, agradeço por me apoiarem a permanecer nesta caminhada que hoje chega, não ao fim, mas a um novo começo, obrigado por acreditarem em mim! Amo vocês.

Agradeço aos meus amigos, em especial à Mariana, Alef, Ângelo, Felipe, Luiz, Natália, Nelson, Rodrigo e Marcão, pelo companheirismo, apoio, e tempo juntos marcados por noites de estudo, conversas, e risadas durante toda a caminhada acadêmica.

Agradeço à Nena por ser presente, tendo paciência, preocupação e carinho comigo, por me ajudar corrigindo meus trabalhos, te agradeço por sempre ter boas palavras de conforto nos momentos certos, me fazendo ficar cada vez mais próximo do Pai.

Agradeço aos meus pastores e irmãos em Cristo, por me fortalecerem sempre mais, por todo ensinamento, por todo amor que me proporcionam em comunhão, agradeço do fundo do meu coração à Deus por ter encontrado todos vocês da IBNP.

Agradeço aos professores que marcaram minha caminhada, a todo conhecimento que se dispuseram a ensinar, pela experiências e soluções de engenharia que sempre se prontificaram em colaborar, obrigado.

Se você está procurando uma grande oportunidade, descubra um grande problema.

Martinho Lutero

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, analisar as propriedades funcionais e econômicas de grautes por comparação, entre o produto industrializado e o produzido no canteiro a partir de materiais comercializados na região, tais como pedrisco, areia, cimento, aditivos e por fim o produto industrializado. Para a produção do graute industrializado, foi obedecido a recomendação técnica do fabricante, e em adições de agregado houve correção comentado nos resultados, sendo produzido um traço deste material com adição e outro puro, respectivamente. Na produção do graute fabricado no canteiro, inicialmente teve-se um controle tecnológico laboratorial antes deste ser produzido para execução em campo. Sendo produzido 42 traços de graute cimentício, tendo a evolução deste trabalho com um filtro de traço criado de forma empírica para que se chegasse nos resultados finais esperados, de acordo com a norma referente a aditivos para mistura. O filtro teve como parâmetro inicial a Lei de Lyse, que preconiza a consistência da mistura independentemente de seu traço, tal importância se dá pela característica funcional do produto em seu estado fresco e o desafio do problema que fora atendido. Em segundo momento, se deu quanto a preocupação dos resultados do material no estado endurecido, que deveria atender as características a qual um graute deve atender a uma alta resistência, alta fluidez, baixa retração e impermeabilidade se possível. Toda esta pesquisa se mantém em torno da problemática de atender ao desafio do encamisamento dos pilares, de cavidades confinadas com pé-direito de 240 centímetros em espessura de 60 milímetros, devendo atender às características funcionais do material industrializado. Os ensaios efetuados para comparativo das características funcionais foram granulometria, abatimento, permeabilidade e resistência à compressão axial, rompidos nas idades de 7, 14, 21 e 28 dias. Foi concluído que ambos os materiais se equiparam na análise funcional, onde os parâmetros finais foram a relação entre os requisitos de resistência, fluidez e absorção de água. Ao comparar os dois materiais, o produto fabricado *in loco* possuiu características mais favoráveis para atender ao projeto de recuperação estrutural imposto, que necessitou particularmente de proteção e reforços das armaduras em resistências elevadas, porém não exageradas, em custos significativamente mais favoráveis.

Palavras-chave: Graute. Recuperação. Estrutural. Reforço. Grauteamento.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the functional and economic properties of grout by comparing an industrialized product and a produced at local site with commercialized material, such as smalls granite rock, sand, cement, additives and finally the industrialized product. For the production of the industrialized grout, the technical recommendation of the manufacturer was obeyed and in additions of aggregate there was a commented correction in the results, producing a trace of this material with additive and another pure, respectively. In the production of the grout manufactured in the construction site, before it was produced for execution, it has initially a laboratory technological control. It was produced 42 traces of cementitious grout, with the continuation of this work with a trace filter created empirically to achieve the expected results, according to the standard referring to additives for mixing. The initial parameter was the Lyse Law, which relates the consistency of the mixture independently of its trace, and such importance is due to the functional characteristic of the product in its fresh state and the challenge of the problem that was dealt with. Secondly, there was concern regarding the results of the material in the hardened state, which should meet the characteristics that a grout must meet, such as high strength, high fluidity, low retraction and impermeability, if possible. The whole research focus on the problem of meeting the challenge of covering the pillars, of cavities confined with 240 centimeters height and 60 millimeters thick, and must meet the functional characteristics of the industrialized material. The tests performed for comparative functional characteristics were granulometry, abatement, permeability and resistance to axial compression, ruptured at the ages of 7, 14, 21 and 28 days. It was concluded that both materials were fitted in the functional analysis, where the final parameters were the relationship between the resistance, fluidity and water absorption requirements. However, when the two materials were compared, the in loco manuactured product had more favorable characteristics to take into account on structural recovery project imposed, which in particular required protection and reinforcement of the armatures at high level of resistance at significantly more favorable costs.

Keywords: Grout. Recovery. Structural. Reinforcement. Grouting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Quadro referente à classe de agressividade ambiental (CAA) 50
Figura 2- Quadro referente à correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto 51
Figura 3- Quadro referente à correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal 51
Figura 4- Quadro referente a número de camadas para moldagem das formas 54
Figura 5- Quadro referente à tolerância para a idade de ensaio 56
Figura 6 - Quadro referente ao fator de correção h/d 57
Figura 7- Rompimento de corpos de prova com fraturas no topo e/ou na base 58
Figura 8- Quadro referente à série de peneiras 60
Figura 9- Quadro referente à massa mínima, por amostra de ensaio 61
Figura 10- Medida do abatimenro do tronco de cone
Figura 11- Dimensões do tronco de cone 63
Figura 12- Graute industrializado, para efeito comparativo final 65
Figura 13- Localização do condomínio em recuperação/reforço estrutural 66
Figura 14- Pilar nível D do prédio A
Figura 15- Viga mal tratada, zarcão.... 67
Figura 16- Paquímetro com resultado de 10 mm
Figura 17- Paquímetro com resultado de 8 mm 68
Figura 18- Espessura para lançamento, 60 mm
Figura 19- Preparação da fôrma, 2,40 m 70
Figura 20- Fluxograma de prevenção do edifício 71
Figura 21- Fôrmas dos corpos de prova com diâmetros de 100 e 102 mm 73
Figura 22- Painel da prensa – traço 39 aos 28 dias 74
Figura 23- Balança do laboratório
Figura 24- Acessórios e equipamentos 75
Figura 25- Betoneira do laboratório 75
Figura 26- Tronco de cone
Figura 27- Abatimento pelo tronco de cone 76
Figura 28- Mesa vibratória do laboratório
Figura 29- Mesa vibratória em trabalho..... 77
Figura 30- Tanque de imersão

Figura 31- Tanque de imersão..... 77
Figura 32- Estufa do laboratório
Figura 33- Estufa do laboratório..... 78
Figura 34- Corpos de prova em cura ao ar
Figura 35- Corpos de prova em cura ao ar..... 78
Figura 36- Corpos de prova rompidos
Figura 37- Rompimento com fratura de topo 79
Figura 38- Materiais envolvidos na produção do novo graute 79
Figura 39- Ensaio de granulometria do pedrisco
Figura 40- Ensaio de granulometria da areia..... 89
Figura 41- Peneiras posicionadas, 9,5 à 0,075 mm
Figura 42- Equipamento de ensaio de granulometria.. 89
Figura 43- Ensaio de densidade areia
Figura 44- Ensaio de densidade do pedrisco..... 93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Resistência e abatimento traço 26 ao 33 84
Gráfico 2- Resistência, abatimento e absorção, traço 34 ao 42 85
Gráfico 3- Resistência, abatimento e absorção, traço 39 ao 44 88
Gráfico 4- Curva granulométrica da areia 91
Gráfico 5- Curva granulométrica pedrisco 92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Análise granulométrica do pedrisco 90
Tabela 2- Análise granulométrica da areia 90
Tabela 3- Custos dos materiais 94
Tabela 4- Peso por metro cúbico de material seco lançado 94
Tabela 5- Custo total de cada material seco para 1 metro cúbico lançado 95
Tabela 6- Custo para atender ao preenchimento do Pilar D do Prédio A 96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Traço 1 ao 6, 70/30
Quadro 2- Traço 7 ao 12, 60/40…..82
Quadro 3- Traçço 14 ao 19, 70/30
Quadro 4- Traço 20 ao 25, 60/40……..83
Quadro 5- Traço 39 e 40
Quadro 6- Traço 43 e 44……87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17

1.1 Justificativa 19

1.2 Objetivo principal 19

1.3 Objetivos secundários 20

1.4 Delimitações 20

1.5 Estrutura do trabalho 20

2 PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO 21

2.1 Principais fatores de degradação 22

2.2 Durabilidade e vida útil 23

3 RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL 25

3.1 Recuperação por grauteamento 26

4 HISTÓRICO DO GRAUTE 28

4.1 Usabilidade do graute 28

5 GRAUTE 30

5.1 Graute industrializado 34

5.2 Graute fabricado no canteiro 35

5.3 Características funcionais 35

5.3.1 Características do graute industrializado 36

5.3.2 Características do graute produzido no canteiro 37

6 COMPONENTES ENVOLVIDOS 39

6.1 Graute industrializado 40

6.2 Graute fabricado no canteiro 40

6.2.1 Aglomerante 41

6.2.2 Areia 42

6.2.3 Pedrisco 42

6.2.4 Aditivos 43

6.2.5 Água 44

7 CARACTERÍSTICA DO MATERIAL PARA ATENDER AO PROJETO 46

8 ENSAIOS 52

8.1 Resistencia à compressão 55
8.2 Permeabilidade 58
8.3 Granulometria 60
8.4 Abatimento 62
9 METODOLOGIA 65
9.1 Local de estudo 66
9.2 Desafio da execução e projeto 68
9.3 Origem da pesquisa 69
9.4 Fluxograma 71
9.5 Laboratório 71
9.6 Materiais 79
10 RESULTADOS E DISCUSSÕES 81
10.1 Definição da proporção de aglomerante e agregado 81
10.2 Escolha entre aditivos 84
10.3 Proporção de aditivo nos traços filtrados 85
10.4 Definição do melhor produto 86
10.5 Análise dos componentes da mistura 88
10.6 Custos 92
11 CONCLUSÃO 98
REFERÊNCIAS 100
APÊNDICE 104
ANEXO 127

1 INTRODUÇÃO

As civilizações mais remotas, havia uma necessidade ascendente da busca de novas tecnologias, com o intuito de aprimorar e otimizar as técnicas e uso de cada material. Na indústria da construção civil essa busca vem acontecendo de forma incessante, e como consequência desse ritmo acelerado e continuo devido a economia mundial, principalmente no período pós-guerra da década de 50, onde a guerra fria incentivou a corrida econômica em todo o mundo. Aceitaram riscos pela negligencia em vários fatores de conhecimento, que influenciam nas características funcionais do uso dos novos materiais ou técnicas, não sendo diferente na área da construção civil.

Esse crescente busca pela força econômica e a necessidade de demonstração de poder entre as potências, envolveu o mundo como um todo nesse ritmo de desenvolvimento, e a partir desta época a indústria da construção civil concebeu em destaque verdadeiros monumentos no período, especialmente para a época em que foram concebidos e executados.

O fato acompanhado pela história teve como auge para o Brasil, onde na década de 70 existiu centenas de obras sendo executadas, em que muitas delas de porte notável por todo o país, dentre as quais podemos citar a Ponte Rio-Niterói, a Hidroelétrica Itaipú, a Rodovia dos Imigrantes e Usina Nuclear de Angra.

Esse conjunto de fatores histórico composto pelo aquecimento econômico, depositou como herança uma fragilidade nas estruturas onde a consequência disso é a deterioração estrutural prévia das peças em concreto armado, trazendo consigo fontes para o estudo da patologia das estruturas, campo da engenharia civil das construções que estuda as origens, consequências, formas de manifestação, e mecanismos de ocorrência das patologias e dos sistemas de degradação das estruturas (RIPPER e SOUZA, 2001).

A velocidade em que a construção civil se intensificou sem que mantivesse o mesmo ritmo no acompanhamento tecnológico dos materiais e técnicas empregadas, em qualquer que seja a fase de composição de uma obra em concreto armado, principalmente, resultou em diversas falhas na estrutura com relação à agressividade externa, reduzindo a vida útil da estrutura e assim necessitando previamente de reforço ou recuperação estrutural antes do tempo previsto de manutenção pelo projeto (SOUZA, 1998).

De fato, percebe-se nos dias atuais que a execução das obras não acompanhou o avanço tecnológico. Para facilitar o lançamento do concreto em peças cada vez mais estreitas e mais armadas, utilizava-se concretos mais fluidos sem ainda ter o controle de aditivos e a importância real do fator água por cimento (A/C) até então, resultando em um produto final de qualidade inferior (VASCONCELOS,2005).

Um agravante acontecimento no Brasil foram os problemas decorrentes nos anos 80 e 90, com a crise econômica registrada na época várias das obras não passaram por uma manutenção adequada até mesmo definida em projetos pelo tempo e condições ambientes, visando prolongar sua vida útil, com isso fez-se saltar a etapa de manutenção, passando para a necessidade da recuperação destas estruturas e até mesmo reforço estrutural das mesmas (SOUZA, 1998).

Embora o concreto tenha características de ter ótimo desempenho e qualidade à compressão, e além dos cuidados preconizado até então, ouve uma atualização frequente, tanto dos materiais e técnicas quanto, às normas relacionadas ao concreto armado onde a NB1 foi substituída pela ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (2014), criando subdivisões de classes de agressividades ambientais e cobrimentos mínimos para cada peça relacionado tanto ao ambiente de exposição quanto à resistência do concreto a ser lançado.

Toda essa evolução dos materiais é principalmente devido à necessidade da recuperação estrutural, criou-se através de estudos um material de característica fluida com alta resistência para que possibilitasse o preenchimento de espessuras de difícil acesso. O material empregado tem como denominação, graute, um composto de aglomerantes, agregados miúdo, aditivos e água.

O graute tem como características o autoadensamento, alta resistência, consistência de lançamento em relação à viscosidade, baixíssima retração, dentre outras qualidades. Tem como origem podendo ser mineral, orgânica, química ou cimentícia, onde cada qual atende uma necessidade e se emprega uma técnica sendo de tecnologias diferentes. (NEVILLE, 2013)

O graute é comumente conhecido como um microconcreto de alta resistência, porém com características especificas por apresentar apenas agregados miúdos em sua composição, não apresentando agregados considerados graúdos em sua composição. As principais finalidades do material se emprega na recuperação de estruturas, chumbamento de peças, preenchimento de vazios de difícil acesso como estruturas densamente armadas e complemento de peças em geral (TULA, 2002).

Este trabalho aborda uma proposta perante a patologia e sua recuperação estrutural em reforço de concreto armado pela técnica de grauteamento, atendendo onde cobrado, pelo projeto estrutural imposto pelo engenheiro calculista e normas vigentes.

O desafio de reforço estrutural é notado pela dificuldade em preencher o envolto dos pilares em que varia de 40 a 60 milímetros, geralmente, tal espaço é referente à limpeza da peça, escariações e preenchimento, seja com uma nova armadura ou não, podendo também haver apenas uma limpeza superficial e um novo cobrimento descrito por norma de acordo com o meio, para pilares de cidades litorâneas, por exemplo.

1.1 Justificativa

Esta pesquisa laboral procura promover uma alternativa econômica na construção civil, no processo de produção de graute de alta qualidade, equiparando o graute fabricado no canteiro ao industrializado quanto à funcionalidade, beneficiando as empresas e clientes contratantes através da redução de custos do construtor.

A escolha do tema se deu através do intuito de me aprofundar profissionalmente no comportamento dos materiais e recuperação de estruturas em concreto armado, colaborando como fonte de estudo para o levantamento de dados laborais sobre o graute.

1.2 Objetivo principal

Propõe-se alcançar as características funcionais do novo graute produzido no canteiro em relação ao industrializado, afim de atender o projeto de reforço e recuperação estrutural de acordo com as normas vigentes.

1.3 Objetivos secundários

- Levantar dados referentes aos componentes constituintes que serão empregues ao novo graute produzido;
- Verificar as funcionalidades e características do graute industrializado e do graute produzido *in loco*.
- Estabelecer um comparativo de dados, a fim de obtenção de um resultado que atenda à proposta de substituição do graute industrializado.

1.4 Delimitações

O presente trabalho delimita-se ao estudo de substituição do material graute industrializado pelo fabricado no canteiro com a finalidade de viabilizar economicamente uma obra de recuperação estrutural em um condomínio residencial, haja vista que se tem um projeto estrutural apresentado em anexo a ser cumprido.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho elaborado tem como estruturação desde ao início da necessidade de produção de novos produtos ao longo do desenvolvimento na construção civil. Composto de informações referentes às patologias em concreto armado e recuperações ou reforços para este tipo de estrutura, enfatizando principalmente em obras civis, abordando de forma geral, técnicas de correção e tipos de materiais comumente empregues. Os capítulos quatro e cinco aborda o material estudado para solução do problema do estudo de caso, comentando suas características, funcionalidade e um breve histórico. Os últimos capítulos são referentes respectivamente à ordem de caracterização dos materiais e ensaios tecnológicos embasados por literaturas e normas vigentes, para que se possa trabalhar o problema em estudo e concluir os resultados com segurança e referência.

2 PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO

Como material mais consumido na indústria da construção civil, o concreto, que é adequado a diversas práticas construtivas sofre com a heterogeneidade, pelas características das armaduras quanto à esforços e corrosão, visto que as habilidades técnicas não prosseguiram com desenvolvimento das atividades construtivas. Com o transcorrer do tempo o processo de fabricação do concreto foi avançando, demostrando melhores resultados nas propriedades dos aditivos, ligantes e adições, possibilitando o uso de peças mais esbeltas uma vez que houve aumento na resistência mecânica. (FERREIRA, 2000).

O avanço da tecnologia não foi proporcional a execução das obras em seus desafios particulares, que demonstrou um processo construtivo falho, onde o concreto lançado cada vez mais fluido e composto com materiais mais finos sem correlacionar tais características ao acréscimo de água, assim gerando um produto final de qualidade inferior em peças mais armadas e de esbelteza cada vez mais acentuadas e empregadas nos projetos estruturais (VANCONCELOS, 2005).

A qualidade do concreto era avaliada, unicamente, pelo parâmetro da resistência à compressão axial ao final da década de 80. Estes novos parâmetros foram atribuídos ao ser perceptível que o padrão de degradação das estruturas construídas até esse período, foi caracterizado como acelerado. A definição de novos parâmetros como método para assegurar a performance do concreto que variam da durabilidade á distintos testes ao de resistência à compressão, tração, torção, flexão e demais encontrados na atualidade (FERREIRA, 2000).

Relacionando a performance da peça com as fases do projeto que deve apresentar atuação do profissional responsável, garantindo que o concreto esteja ideal para o despejo, além da aplicação correta, adensamento e cura, durante a execução da obra, bem como a parte de inspeção e manutenção. A durabilidade, capacidade de resistência a intempéries e aos demais processos de degradação do concreto citado anteriormente, são um dos mais novos parâmetros, igualmente é certificado pela manutenção empregada (RIBEIRO, 2001).

Com isso se deve atentar à todas as fases da obra, desde os projetos arquitetônico e estrutural, concepção, planejamento, execução da obra, e pôr fim à inspeção periódica e manutenção se necessário. Tendo cuidados de detalhamento com a composição do traço do concreto pelo engenheiro calculista respeitando as

normas vigentes, além de ser necessário adotar procedimentos e técnicas adequadas para o lançamento da mistura, adensamento e cura do mesmo no local (SOUZA, 1998).

A atenção da manutenção é um fator pouco utilizado apesar de ser considerável, pois o controle e execução da obra quase sempre é nebuloso quanto à rigor do controle tecnológico da fabricação quando o mesmo é produzido no canteiro. Com isso surge o fator durabilidade do concreto armado, justamente por ser um material heterogêneo composto por concreto e aço, este parâmetro durabilidade é a capacidade de o concreto resistir aos esforços dimensionados, à agressividade do meio e outros fatores de degradação (LIMA, 2009).

2.1 Principais fatores de degradação

A deterioração de um material por ação eletroquímica do meio ambiente, atrelada a peça ou não, a esforços mecânicos, é definida como corrosão de fator externo pelo meio agressivo, mas podendo também ser pela má qualidade do concreto e até mesmo problemas de execução ou projeto. A análise e o tratamento da mesma nos materiais estruturais como no aço e no concreto, são bastante relevantes, já que as corrosões por ações químicas são mais comuns e estatisticamente causam os maiores prejuízos no corpo estrutural expandindo o aço e estourando o concreto exigindo uma recuperação da peça (HELENE, 1994).

Agrupados de acordo com o perfil, os processos primordiais que causam a deterioração do concreto podem ser mecânicos, físicos, químicos, biológicos e eletromagnéticos. A combinação de fatores externos e internos resulta muitas vezes como combinação essencial para culminar na deterioração do concreto armado. As propriedades físicas e químicas do concreto, a forma como está exposto, são fatores que influenciam nos processos complexos da corrosão. As funções do concreto nesse caso sofrem intervenções no desempenho, justo pela degradação do material que pode ou não apresentar manifestações visíveis. A fissuração, o destacamento e a desagregação em alguns casos surgem como sintomas, isoladamente ou simultaneamente na estrutura (SOUZA, 1998).

A influência direta no meio ambiente vem sido estudada pelas normas regulamentadoras brasileira, em especial a ABNT NBR 6118 (2014) que divide a

agressividade do meio ambiente em quatro classes, atentando ao relacionar a resistência do concreto e a espessura do cobrimento da peça.

2.2 Durabilidade e vida útil

Em especial, a durabilidade do concreto está relacionada à sua resistência em comparação ao concretos produzidos no passado, o material atual tem durabilidade superior aos produtos passados. Para alcançar a marca de 30 MPA em resistência a compressão na década de 60, era necessário um elevado consumo de cimento, entre 400 a 500 Kg/m³. O surgimento da indústria do concreto pré-misturado na década seguinte, aprimorou os traços designados na fabricação do concreto com um teor de cimento menor e mais resistentes através da otimização dos traços para mistura (FERREIRA, 2000).

O concreto tem seu melhor desempenho na resistência à compressão e pouco à tração, ele depende do aço para formar o concreto armado estrutural, este tem características muito superiores à mistura cimentícia não homogênea. Por este motivo a composição se torna heterogênea, e isso torna a peça frágil em relação ao meio, pois o concreto em si tem durabilidade milenar como pode-se observar em pontes da idade média, mesmo que estas não tivessem sido produzidas com o cimento da tecnologia atual. O aço necessita de proteção, pois é através dele que a estrutura é consideravelmente atacada e deteriorada, e através dessa metodologia que as normas vem tomando cuidado e aumentando o grau de proteção quanto ao cobrimento e resistência relacionado ao meio ambiente em que a estrutura se encontra (ABNT NBR 6118:2014).

A corrosão da armadura é a causa mais frequente da degradação do concreto como peça, pelo fenômeno de expansão do vergalhão de aço estourando o concreto juntamente com sua perda de resistência à momento ou cortante, dependendo da peça e posição em questão. Os agentes que influenciam na ação da corrosão são a participação de cloretos na vizinhança e a carbonatação dependendo do meio ao qual se encontra a estrutura, regiões litorâneas ou estacionamentos por exemplo. A princípio a corrosão do concreto tem como atuação nesse fenômeno os gases contidos na atmosfera, as águas de origem suspeita, ácidas ou marinhas e os

compostos fluidos ou sólidos de natureza orgânica que fazer diminuir a durabilidade da estrutura se não dimensionada e protegida corretamente (SOUZA, 1998).

3 RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

A recuperação estrutural tem-se necessidade por questões variadas, seja por razões econômicas na concepção, cultural, ambiental quando a estrutura tem seu desempenho comprometido onde o processo natural em resposta é de buscar recuperação ou até mesmo reforço de acordo com o grau de comprometimento da estrutura. Muitas das vezes este tipo de trabalho pode ser mais elaborado que a própria execução do edifício quando concebido, isso pode ser afirmado por vários fatores, seja pelo acesso da recuperação, pela compatibilização dos elementos existentes ou de acordo com a compatibilidade da estrutura de receber um novo elemento estrutural (TULA, 2004).

Preparação de superfície é a aplicação de um processo para conter a corrosão e aprontar a superfície como um todo, a partir de um elemento estrutural que necessita de tratamento de superfícies, onde o concreto esteja limpo e adequadamente áspero para receber camadas de pintura, de selantes ou por cola estrutural, assim como as armaduras devidamente limpas e preparadas, que por fim é executado o grauteamento, por exemplo, como alternativa de recuperação ou reforço. (RIBEIRO, 2001)

A remoção do concreto com limpeza, em alguns casos há necessidade da substituição das armaduras e recomposição das partes removidas, tanto para o aço como o concreto, implica no tratamento da área em que a corrosão se manifestou. Com a possibilidade de originar fragilidade à estrutura novamente, interferindo de modo negativo na estabilidade, a existência de um projeto que especifique como proceder a qualquer tratamento é de maior importância (SOUZA, 1998).

No aço, se observa o tipo de corrosão com maior importância notada, primeiramente em pequenas partes localizadas, em seguida se difundindo a qual é especificada. O meio alcalino, ao qual o aço é de início mergulhado, uma vez que o concreto é de perfil básico passivo, a corrosão que atua se modifica quando atacada por cloretos, sulfatos e sulfetos, encontrados na própria massa do concreto ou derivados do meio ambiente. (PANNONI, 2015)

Moldado para resistir a ações de caráter físico e químico, internas e externas, o concreto armado, apesar das características mecânicas que o tornam mais resistentes a ações estruturais externas, precisa ser quantificado e moldado para garantir sua melhor performance, tratando o aço com tintas protetoras, melhorando a

capacidade de permeabilidade do concreto ou seu cobrimento, podendo também existir tratamento externo à peça. (SOUZA, 1998)

Os efeitos expansivos são causados pelas ações internas de caráter físico e são de menor importância, exemplo são concretos mal dosados e com má execução, e químico que por corrosão de armaduras que tem, igualmente efeito expansivo. Gases nocivos da atmosfera, aguas que podem ser de origens suspeitas, acidas ou marinhas e composto fluidos ou sólidos de natureza orgânica, são três das principais causas das ações de caráter químico tratado como o mais importante (LAPA, 2008).

3.1 Recuperação por grauteamento

A recuperação por grauteamento é uma ação pós tratamento, onde há um preparo da peça antes que seja lançado o graute na mesma. Necessita de escarificação do concreto para que se tenha um acesso significativo pela corrosão eletrolítica além do ponto exposto, caso exposto, pois muita das vezes apenas se tem a expansão do concreto sem a explosão de uma parte da peça. Logo após este feito limpa-se bem tanto o concreto quanto o vergalhão analisando a possibilidade de acrescentar seção de aço, bem como definido pelo projetista estrutural e por fim aplica-se a cola estrutural na peça e grauteando-a logo em seguida obedecendo o tempo imposto pelo fabricante da cola em questão. (EISINGER, 2000)

As necessidades especificas que determinam as características e a composição dos grautes, da importância que tenham de grande capacidade de preenchimento inclusive de estruturas esbeltas e com uma densa taxa de armadura, e mesmo assim consigam se adensar sem a necessidade de vibração. É essencial que sejam bastante fluidos e não contenha componentes de dimensões elevadas (LOTURCO, 2006).

Essa última propriedade vale apenas para os grautes do tipo mineral e se justifica pela necessidade de ocupar completamente todos os vazios na aplicação. Assim, o uso de agregados miúdos é imprescindível, ou seja, não havendo agregado graúdo. O graute é uma mistura compostas por agregados miúdos, a superfície especifica dos grânulos resulta maior área superficial e o graute fica mais sujeito às tensões quando comparado ao concreto convencional,

a tensão interna é mais intensa. Em suma, sofrem efeitos de retração principalmente por que tem um elevado consumo de aglomerante e quanto do incremento do teor de água. Para evitar o aumento da quantidade de água no traço, o que ocasionaria, além de uma retração ainda mais acentuada, desestabilização da suspensão e prejuízo da resistência, se faz o uso de aditivos superfluidificantes e superplastificantes. O equilíbrio da trabalhabilidade é obtido com a adequação dos aditivos com os controladores de exsudação, que são promotores de viscosidade (LOTURCO, 2006).

> Enquanto a fluidez determina a capacidade de a mistura se espalhar ou não, o efeito de retração pode provocar desprendimento do graute do substrato. A consequência é uma descontinuidade na transferência de tensões. A solução está no uso de compensadores de retração ou mesmo de aditivos ou cimentos expansivos. (LOTURCO, 2006)

Mesmo assim, o processo em si é de controle difícil. O ponto alarmante da recuperação de estruturas com o proposto material é o não aferimento da retração compensada. Além de uma expansão insuficiente com efeito compensatório, um aumento de volume excessivo pode ser problemático e causar bolhas em excesso, prejudicando assim, a resistência e a durabilidade. Essas observações requerem uma avaliação minuciosa do construtor sobre o controle de retração do graute ainda no estado fresco, além da expansão da massa endurecida, que não dispensa a adoção de um processo de cura úmida (LOTURCO, 2006).

A partir dos anos 80, com a industrializações dos graudes, facilitando seu acesso, cabe ao construtor apenas observar as recomendações do fabricante a fim de obter o desempenho desejado. Como já vem pré-misturado, sua praticidade é superior ao processo de cálculo e produção do traço. Além disso, a homogeneidade e o controle de qualidade praticados pelos melhores fornecedores aumentem a segurança da aplicação, essencial em recuperação estrutural, principalmente. Contudo, sua avançada tecnologia não o livrou de limitações. Temos por exemplo recorrente, no caso dos grautes, extrapolar a relação água/cimento para obter uma fluidez mais adequada acaba por interferir na resistência do produto final (LOTURCO, 2006).

4 HISTÓRICO DO GRAUTE

Em inglês a literatura técnica utiliza o termo grout para definir um tipo de argamassa de alta resistência, uma semelhança de microconcreto fluido, utilizado para preenchimento de vazios. Já no Brasil, tanto os engenheiros quanto a indústria da construção civil reconhecem diferenças bem claras entre qualquer argamassa ou microconcreto fluido ao graute. Para que seja considerado um graute é necessário que apresente alta fluidez dispensando adensamento, atinja altas resistências e expansão controlada, pelo menos. (TULA, 2002)

Uma das primeiras publicações brasileiras sobre grautes (Helene, 1989) data de 1989, tendo sido pouco abordada por especialistas até então. Posteriormente, nos dias atuais, a atenção requerida ao material não foi suficiente para gerar pesquisas à fundo, pelas autoridades aptas, por meio de normas regulamentadoras. As principais referências sobre este material são mais facilmente encontradas apenas em conteúdo de cursos e treinamentos associados ao trabalho de divulgação técnica de alguns fabricantes de produtos para construção, onde estes informam apenas o essencial para venda, indicando apenas resumidamente o conteúdo em seus produtos. A necessidade de apresentar maiores informações sobre os grautes abrangendo as definições, usos, materiais, propriedades, características, modos e vantagens do emprego em obras novas de engenharia e de construção civil, e em trabalhos especializados de recuperação estrutural (TULA, 2002).

4.1 Usabilidade do graute

Segundo a Loturco (2006), os grautes são materiais de característica fluida, destinados principalmente ao preenchimento de vazios confinados ou em locais de difícil acesso, cavidades muito estreitas ou locais com elevada densidade de obstáculos tais como armaduras, tubulações, recuperação estrutural, encamisamento de pilares, dentre outros. A facilidade de manuseio do graude permite que haja um preenchimento total da seção, sem a necessidade de adensamento. Apesar dessa fluência elevada, a alta resistência final e a apresentação de modulo de deformação compatível com o concreto, garante uma boa performance frente aos esforços elevados, mesmo para reforço de concretos de alta resistência. A expansão

controlada ou, conforme o produto, a simples compensação da retração, garante a estabilidade volumétrica e impede a existência de vazios, propiciando perfeita aderência e compacidade. O principal campo de utilização dos grautes são as obras de recuperação estrutural.

De acordo com Watanab (2008), além das aplicações em reparos e reforços estruturais, outras aplicações também empregam grautes com propriedades e uso específicos, como: grauteamento de conexões em estruturas offshore, grauteamento de tuneis, grauteamento de cabos de protensão, grauteamento geotécnicos e grauteamento de alvenarias, entre outros. Cada uma destas implicações, tem a sua tecnologia própria, com as suas soluções otimizadas, quanto a materiais e técnicas de execução.

Dentre as vantagens dos grautes resinados podem ser citadas, além da resistência mecânica juntamente com a capacidade de suportar vibrações, cita-se também a boa adesão das resinas ao concreto e ao aço. Quando ao preenchimento de fissuras, apresentam baixa viscosidade, e são formulados com resina praticamente pura. Levando normalmente grande quantidade de cimento, pode acarretar uma retração, sendo assim controlada através de aditivos. O que varia significativamente é o tipo de cimento e de agregado, que são determintes da velocidade necessária para ganho de resistência e determinantes de acordo com as exigências de projeto, respectivamente (RIBEIRO, 2002).

5 GRAUTE

Os grautes são compostos de uma mistura de aglomerantes, agregados miúdos e aditivos com diversas funções e especificidades. Após a mistura dos materiais secos com água, os grautes devem apresentar excelente fluidez tendo um abatimento em torno de 20 ± 3 centímetros de abatimento em tronco de cone, consistência de característica bombeável, baixa retração e não devem apresentar segregação ou exsudação. Esses materiais, normalmente, são comercializados industrialmente na forma pré-dosada, onde o fornecedor entrega o material pronto para o uso, ensacado, sendo necessário apenas a adição da quantidade necessária e especificada de água, bem como um procedimento adequado de mistura (LOTURCO, 2006).

No Brasil, o termo graute é assimilado como um espécime de microconcreto, de características similares que tem elevada fluidez e boas características de trabalhabilidade, são em sua grande maioria, ambos autoadensaveis. Essas características os qualifica para suas principais funções: o preenchimento de cavidades e orifícios, reparos em estruturas de concreto, por exemplo, a fixação de bases de equipamentos e máquinas, a ancoragem de tirantes e fixadores, dentre muitos outros. (METHA; MONTEIRO, 1998)

Pode-se dizer que a propriedade a que se destaca no estado fresco é a sua elevada fluidez, obviamente cercada de outras propriedades também importantes, como a segregação inexistente, retração extremamente baixa na mistura, e permitindo um preenchimento satisfatório das peças (WATANAB, 2008).

O graute consiste em uma espécie de concreto fino como comentado, que pode ser formado de cimento, agregado miúdo, água, agregados de pequenas dimensões (até 9,5mm) e aditivos, se o mesmo for fabricado no canteiro, e se atender aos requisitos característicos. Sua fluidez é fundamental para que o graute possa preencher os furos dos blocos de concreto sem sofrer segregação. Além de sua alta fluidez, o graute deve apresentar boa trabalhabilidade e boa compacidade de reter água, evitando excessivas desidratações de mistura para o bloco (CUNHA, 2001).

A ABNT NBR 15961 – 1 - Alvenaria estrutural – Blocos de concreto (2001), divide os grautes em finos e grossos, conforme sua finalidade. Para o preenchimento de espaços pequenos, de forma que sua menor dimensão seja inferior a 50 mm, deve-se adotar grautes mais finos; para espaços maiores, escolhe-se um graute mais

grosso, garantindo um preenchimento ideal. Os furos dos blocos de concreto são grandes o suficiente para optar por um graute grosso, sendo o mais interessante por serem mais econômicos (menor consumo de cimento) e apresentarem redução de fissuras causadas pela retração.

As proporções exigidas pela ABNT NBR 15961 – 1 (2001), para dosagem em proporção dos grautes, são de 1 de aglomerante até 2,3 de agregado miúdo com dimensão inferior a 4,8 mm e adição de 0,04 de cal hidratada para graute fino, e para graute grosso a dimensão do agregado deve ser inferior a 19 mm.

A composição do graute é composta pela ampla empregabilidade de aplicação, muito empregado para reforço e recuperação de estruturas de concreto, além de poder servir para outros usos. O mais simplório método de classificação dos grautes, podendo ser de origem mineral, orgânica, química ou cimenticia. Duas das principais formas de classificar é julgado no desempenho e no comportamento. A principal vantagem dos grautes químicos está na diferença em que os grautes cimenticios não se aplicam ou são limitados em seu desempenho principalmente à resistência, em especial a inicial sem sofrer qualquer retração acentuando suas vantagens, como por exemplo: meio fortemente agressivos, demandas muito mais altas de propriedades mecânicas e de deformação (WATANAB, 2008).

Os grautes orgânicos podem atender facilmente com folga a todas as solicitações de desempenho exigidas desse material característico. O motivo pelo qual não são sempre adotados em relação ao detrimento dos cimenticios é simples, o custo das resinas, derivadas de petróleo serem elevadas. O graute resinado ou químico são usados em situações que exigem elevada resistência mecânica, a ataques químicos e óleos e capacidade de absorver vibrações. Ou seja, é adequado para cargas dinâmicas e cíclicas comuns em termoelétricas e gráficas, por exemplo, além de grauteamento de tuneis, de cabos de protensao, grauteamento geotécnicos e em alvenarias, dentre outros (WATANAB, 2008).

Helene (1994) denomina os grautes químicos de orgânicos e os classificam em:

a) A base de epóxi: grautes e argamassas fornecidas em dois componentes (resina epóxi e endurecedor de amina ou poliamida), sendo também fornecido o agregados já preclassificado;

b) Base fenólica: aglomerantes de resina de fenolformaldeido adicionada a um filler, com emprego de catalizador de natureza ácida;
c) Base furanica: resina liquida, catalizador e filler;
d) Base poliéster: resina, catalizador e filler.

Ainda sobre afirmações de Watanab (2008), além das aplicações em reparos e reforços estruturais, outras aplicações também empregam grautes com prioridades e usos específicos, como: grauteamento de conexões em estruturas offshore, grauteamento de túneis, grauteamento de cabos de proteção, grauteamento geotécnicos e grauteamento em alvenarias, dentre outros. Cada aplicação dessas tem a sua própria técnica e/ou tecnologia, suas soluções mais otimizadas quanto a materiais e técnicas de execuções usuais. Dentre as vantagens dos grautes resinados pode ser enumerada, além da resistência mecânica e a capacidade de suportar vibrações, a boa adesão das resinas ao concreto e ao aço.

Levando, normalmente grande quantidade de cimento, daí a tendência à retração dos grautes cimenticios, estes não apresentam variação considerável na proporção entre os componentes. O que varia significativamente é o tipo de cimento e de agregado. O primeiro determinado pela velocidade necessária para o ganho de resistência e o segundo de acordo com as exigências de projeto, tendo em vista a proporção do teor água e cimento relacionado à fluidez dependendo da quantidade de agregados. (LOTURCO, 2006)

Casos de recuperação estrutural, fixação de pré-moldados ou fixação de trilhos de trem ou metrô, por exemplo, exigem liberação rápida. Uma das consequências da alta resistência é a rigidez, peças muito rígidas não suportam impactos nem movimentos cíclicos. Em algum dos casos, quando a resistência química não é necessária e, portanto, o uso do graute resinado não se justifica, é possível, utilizar fibras metálicas no graute mineral. Estas aumentam a ductibilidade e a resistência a impactos do graute (WATANAB, 2008).

De acordo com Gomes (1983), o graute desempenha várias funções, entre as quais se destacam:

a) Para alvenaria armada, permitir o posicionamento correto das armaduras nos furos e transmissão de esforço entre o graute e o bloco;
b) Absorver parcela dos esforços verticais;

c) Aumentar a rigidez global do conjunto, especialmente em relação às cargas horizontais.

A alta fluidez do graute deve, boa trabalhabilidade e boa capacidade de reter água, evita perdas excessivas de água. A trabalhabilidade consiste em uma das propriedades relevantes para a utilização do graute, que está ligada a outras propriedades como a consistência e plasticidade. Com isto, um dos parâmetros usados para se medir a trabalhabilidade do graute é a sua consistência, que é determinada através do ensaio de abatimento do tronco de cone. (OLIVEIRA, 2008)

A ABNT NBR 15812 –2 – Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras (2010), não indica valores de abatimento para aplicação do graute. A norma somente recomenda que a trabalhabilidade deve ser compatível com o método de adensamento utilizado e adequada para preencher todos os vazios sem que haja segregação. Em alvenaria de blocos de concreto, de acordo com a ABNT NBR 15961 – 1 (2001), o abatimento indicado deveria ser de 200 ± 30 mm para o lançamento do graute na peça. Mas para Oliveira (1986), o graute deve apresentar abatimento de 200 mm para blocos com baixa absorção e 250 mm para blocos com alta absorção. Para blocos cerâmicos, valores abaixo de 8% consideram-se baixa sucção e valores acima de 22%, considera-se alta sucção (ABNT NBR 1570-2, 2005).

A determinação da resistência à compressão do graute, quando o graute apresenta as mesmas características que o concreto, segue a ABNT NBR 5739 - Concreto — Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (2007).

Para a determinação do módulo de elasticidade do graute, conforme recomendação da ABNT NBR 15270 – 3 Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio (2005), utiliza-se a mesma norma para concreto, a ABNT NBR 8522 – Concreto: Determinação do Módulo Estático de Elasticidade à Compressão (2008). A determinação do módulo de deformação do graute é realizada, portanto, através dos dados extraídos do diagrama tensão x deformação traçado para os corpos de prova ensaiados.

Para satisfazer as exigências de propriedades mecânicas e trabalhabilidade estabelecidas pelo projetista, de acordo com a obra a ser executada, a dosagem do traço do graute pode ser realizada experimentalmente por qualquer método desenvolvido para dosagem de concreto convencional. A norma ABNT NBR 15912 - 2 (2010) somente determina que a dosagem deve levar em consideração a

absorção dos blocos e das juntas de argamassa, que pode proporcionar uma redução na relação água por cimento.

Quanto às exigências granulométricas dos agregados utilizados na composição dos traços dos grautes, a ABNT NBR 15812-2 (2010) especifica somente que os agregados devem ter dimensão inferior a 1/3 da menor dimensão dos espaços vazios a serem preenchidos pelo graute. Entretanto, quando o graute tem as mesmas características que um concreto, as exigências granulométricas dos agregados baseiam-se nas especificações estabelecidas pela norma ABNT NBR 7211 - Agregados para concreto - Especificação (2009).

5.1 Graute industrializado

O graute industrializado é uma mistura com maior controle tecnológico por já vir pronta e ensacada, necessitando apenas de acréscimo de água para lançamento, haja vista que desta forma o controle tecnológico é bem mais preciso que o fabricado no canteiro pois só existe uma variável, a água, para acréscimo da mistura referente ao peso do material. Sua mistura deve ser por meio de um misturador de baixa rotação, porém nada impede o uso de betoneira para grandes quantidades. Existe fabricantes que permitem adição de agregados em sua mistura pronta, limitando em quantidade em relação de proporção de produto. (ANEXO H - K)

Estas adições devem ser avaliadas previamente pelo executor, devendo este fazer testes laboratoriais já que não se tem informações nem garantias. Tais preocupações do fabricante são de acordo com a relação resistência e fluidez, pois quanto maior a quantidade de materiais secos, menor é sua capacidade de fluidez. Tal relação pode acarretar problemas de lançamento ou adensamento, e a correção da fluidez por acréscimo de água terá redução da resistência final, ao qual os ensaios serão necessários para que se verifique esta resistência e se esta atende o projeto ao qual o material será utilizado. (ANEXO H - K)

5.2 Graute fabricado no canteiro

O graute fabricado no canteiro é uma mistura dosada *in loco*, passível de falha na proporção por fatores diversos referentes à mão de obra e ritmo da construção. Dependendo além da adição de água, o aglomerante, agregados e aditivos. Em relação ao industrializado, vê-se mais de uma variável, água, na mistura. O graute fabricado no canteiro pode ser vitimado por vários fatores, desde a troca de equipe ao simples ritmo da obra, além da quantidade de variáveis que temos além do aglomerante. (HELLENE, 1994)

Geralmente nas obras o traço de mistura é dosado por meio de volume, tendo consigo uma precisão deficiente que depende até do humor do funcionário que abastece a betoneira. Esse tipo de abastecimento é geralmente por meio de latas de 18 litros ou padiolas fabricadas no próprio canteiro, este sistema tem variação acentuada pela falta de controle do arrasamento da padiola, por exemplo, tendo em vista um peso ou volume maior que o previsto para a mistura pronta. Estes fatores do canteiro de obra é a realidade negativa do controle tecnológico no canteiro, onde em obras que dependem da precisão quanto à resistência como é a realidade da recuperação ou reforço estrutural.

5.3 Características funcionais

O Graute é um material comparável ao concreto auto adensável, diferindo principalmente quanto às dimensões do agregado, onde ambos dispensam vibração mantendo uma boa trabalhabilidade em um bom abatimento, resistência mecânica, baixa retração e boa viscosidade para lançamento. Este consiste em um comportamento semelhante ao microconcreto, formado de cimento, água, agregado miúdo onde o diâmetro máximo característico pode ser de ate 9,5 milímetros, de alta fluidez. Essa fluidez é fundamental para que o graute possa preencher os furos dos blocos de concreto sem sofrer segregação. Além de sua consistência o graute deve apresentar boa capacidade de reter água, evitando perdas excessivas de água para o bloco (RAMALHO, 2003).

A ABNT NBR 15961 – 1 (2001), divide os grautes em finos e grossos, conforme sua finalidade. Para o preenchimento de espações pequenos, de forma que

sua menor dimensão seja inferior a 50 mm, deve-se adotar grautes mais finos; para espações maiores, escolhe-se um graute mais grosso, garantindo um preenchimento ideal. Os furos dos blocos de concreto são grandes o suficiente para optar por um graute grosso, sendo mais interessante por serem mais econômicos com um menor consumo de cimento e apresentarem redução de fissuras causadas pela retração.

Segundo a publicação pela Loturco (2006), “Pastas, argamassas e grautes”, publicado pelo Ibracon (Instituto Brasileiro de Concreto) no livro, Concreto: ensino, pesquisa e realizações, afirma que, após a mistura com água, os grautes devem apresentar fluidez, consistência tipo bombeável, baixa ou nenhuma retração e não devem apresentar segregação e exsudação pronunciados. Características funcionais como essas são necessárias para que atenda as características de projeto como preenchimento de vazios em estruturas, encamisamento, reforço e recuperação de estruturas e chumbamento de tirantes e fixadores, por exemplo.

5.3.1 Características do graute industrializado

A descrição do produto é um graute pré-dosado composto de cimento Portland, areia de quartzo de granulometria selecionada e aditivos especiais convenientemente dosados. É fornecido pronto para o uso, bastando a adição de água na proporção recomendada para se obter a consistência e resistência mecânica indicada. Alguns fabricantes permitem adição na mistura, onde geralmente essa adição de agregado é de até 30% em peso com relação ao produto. Esta adição logicamente para que se tenha um rendimento maior para aplicação, porém atendando que o acréscimo de material seco faz com que a mistura perca fluidez, onde se houver acréscimo de água haverá perda de resistência pelo de relação entre água e cimento. (ANEXO H - K)

A mistura deve ser misturada de forma que se consiga atingir homogeneidade, indicado pelo fabricando como ideal, um misturador de baixa rotação, mas nada impede que se utilize betoneira para grandes quantidades desde que se obedeça ao tempo de lançamento máximo de trinta minutos após o acréscimo de água. Sua precisão na dosagem do traço, assim como sua elevada resistência inicial, acentuada nas primeiras 24 horas em relação à produção no canteiro, são seus pontos mais favoráveis, pois para se realizar a mistura basta dosar a quantidade de

água em um dosador em litros ou uma balança comum para concluir a mistura, tendo em vista que se tem apenas esse fator de água como variável fica claro que o controle tecnológico tem uma maior precisão para o operador de betoneira ou do misturador. (ANEXO H - K)

5.3.2 Características do graute produzido no canteiro

É uma mistura de característica cimentícia, constituinte de Cimento Portland, arenito de quartzo, pedrisco de quartzo, água e aditivo. Sua precisão é duvidável pois geralmente é mensurado através da dosagem por volume, em obra essa mistura pode ser dosada em latas de 18 litros, tanto a água quanto os materiais secos como areia e pedrisco, exceto o cimento, este último é em saco de 50 quilogramas e aditivo por dosador em mililitros (LOTURCO, 2006).

Os equipamentos de obras, quase sempre são de proporções diferentes aos de laboratório, pois tem equipamentos voltados para produção, em proporções maiores. Assim como há a diferença da balança de precisão que se tem em laboratório, no canteiro de obras se tem a padiola ou lata, e betoneira de grandes capacidades que geralmente são de 400 litros. O agrave do problema é que o treinamento e acompanhamento do funcionário deste setor deve ser constante, pois a rotina destes faz com que eles percam o rigor da dosagem precisa em troca de produção e agilidade da sua atividade em exclusivo, revertendo a importância a qual a qualidade do material deva ter acima de sua produção. Como dito, a importância do controle tecnológico em obras especiais onde haja a necessidade de grauteamento obedecendo alta resistência, que deve ser prioridade acima de tudo (LOTURCO, 2006).

Os procedimentos a seguir têm como parâmetro a ABNT NBR 12655 Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento (2015), desde os requisitos de definir o procedimento de produção, as condições de preparo, reconhecimento, características e propriedades a que o material deverá ter:

a) A Norma fixa as condições exigíveis para o preparo, controle e recebimento de concreto destinado para a execução de estruturas de concreto, seja simples,

armado ou protendido. O preparo do concreto, consiste nas operações a que o concreto é submetido até sua execução, desde o armazenamento dos materiais para sua fabricação, sua medida e mistura, bem como na verificação o quantitativo utilizado desses materiais. Esta verificação tem por intenção comprovar que as proporções teóricas da mistura atende ao traço especificado e deve ser feita diariamente na prática.

Até mesmo porque os materiais depositados no canteiro podem ser contaminados, sujeitos à intempéries por muito tempo, chuva alterando seu teor de umidade, dentre outros.

b) Diz também que a empresa responsável pela produção da mistura deve assumir toda a responsabilidade pelo serviço e cumprir as prescrições relativas às etapas de execução do concreto, devendo atentar principalmente quando houver substituição de equipe ou troca de traço.
c) Antes do lançamento, para cada traço e mudança de traço de forma corrente, a norma preconiza a realização dos ensaios necessários para que haja embasamento cientifico comprovado das características do material, seja fresco ou endurecido, conferindo se estas atendem ao projeto.
d) Por fim enfatiza decretando que o concreto para fins estruturais deva atender todas as características e propriedades para executar o projeto, e definidas de maneira explícita, antes do início da operação de concretagem. O responsável técnico designado deve garantir o cumprimento desta Norma, mantendo a documentação que comprove a qualidade do concreto conforme descrito pelo projetista, a fim de ter respaldo tanto para com este quanto para o contratante, pois ensaios após o lançamento e cura é extremamente mais oneroso caso haja alguma necessidade.

6 COMPONENTES ENVOLVIDOS

Na recuperação por grauteamento é utilizado o graute, como elemento estrutural e/ou de proteção, onde sua composição é delimitada por aglomerante, agregados, água e aditivos, ou por mistura industrializada pré-dosada e água, podendo ou não adicionar percentual de agregado na mesma.

O cimento Portland utilizado no trabalho foi fabricado pela indústria de cimentos CIMAR, localizada em São Luís. Possui como característica um cimento Portland CP II E 32 RS.

Os agregados têm uma função nas propriedades do concreto. Forma, granulometria, dimensão máxima característica, modulo de finura, resistência à compressão, textura superficial são propriedades dos agregados que interferem nas características do concreto tanto no estado fresco como no endurecido. Os dois agregados utilizados no projeto são da região próxima à cidade de execução da obra, São Luís, e tem como característica serem agregados miúdos.

Os aditivos utilizados no trabalho, levados ao laboratório e devidamente testados, foram de características plastificantes, de celulose e de impermeabilizantes.

A água utilizada na mistura tanto no fabricado no canteiro quanto o industrializado, originada pela concessionaria do estado, CAEMA, sendo de característica tratada de acordo com a norma vigente de utilização para fabricação de concreto.

O graute industrializado é como padrão um composto ensacado de característica detalhada protegida pelo fabricante. Podemos deduzir apenas que se tenha aglomerantes, agregado miúdo e aditivos em pó na mistura.

O graute, assim como o concreto é um material composto, em que seus componentes proporcionam uma variabilidade na característica funcional em todo o processo. A natureza química e física, originam efeitos diferentes, tanto em sua fluidez quanto seu comportamento no estado endurecido que governa sua vida de serviço.

> O concreto pode ser definido como o produto oriundo da mistura de aglomerante, agregados e água. No entanto, para se ter um melhor comportamento para uma desejada situação é de vital importância que se conheça de forma clara os seus constituintes, ou seja, os materiais os quais são empregados para a mistura. O concreto é um material de construção constituído por mistura de um aglomerante com um ou mais materiais inertes e água. Quando recém-misturado, deve oferecer condições tais de trabalhabilidade que facilitem as operações de manuseio indispensáveis ao

> lançamento nas fôrmas, adquirindo com o tempo, pelas reações que então se processarem entre aglomerantes e água, coesão e resistência. Já no estado endurecido, deve apresentar resistência e durabilidade suficientes. (PETRUCCI, 2005. 135)

Sabe-se que tanto a proporções entre agregados quanto a composição dos materiais empregados alteram o comportamento do produto final, ou seja, determinam as propriedades do concreto na aplicação e nos resultados finais (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

6.1 Graute industrializado

Os componentes envolvidos no graute industrializado são de proteção do fabricante, limitando o conhecimento apenas à aglomerante, agregados e aditivos. Os grautes industrializados derivam de várias origens e fabricantes. O graute cimenticio utilizado (Anexo H ao K), por exemplo, informa em ficha técnica de rótulo a composição de, cimento e aditivos especiais, com pega aproximadamente de duas horas onde indica aplicação nos primeiros trinta minutos. O informativo em ficha técnica fornecido pelo fabricante, além do informativo de rótulo, indica grauteamento de espessuras até 60 milímetros, com consumo de 2000 quilogramas por metro cúbico e rendimento de 12,50 litros por saco de 25 quilogramas. A ficha técnica também sugere acréscimo em peso de agregado em no máximo trinta por cento, indicado para espessuras superiores à 60 milimetros visando que deverá ter uma absorção de água maior que a indicada por saco, sendo de três litros por saco de 25 quilogramas para que não haja perda de desempenho (ANEXO H – K).

6.2 Graute fabricado no canteiro

Os componentes do graute fabricando *in loco* são o aglomerante tipo Cimento Portland CP II E 32 RS, areia média de quartzo, pedrisco de quartzo, aditivo e água. Tanto o aglomerante quanto os demais componentes são regionais, produzidos e extraídos nas proximidades da ilha de São Luís.

6.2.1 Aglomerante

É certo que pode-se dizer que o cimento dá características à mistura de forma influente, pois é por base deste componente que está em volto toda a fabricação da mistura. Uma vez que é um material ativo na mistura, estabelecendo parâmetros diversos de acordo com a sua relação aos demais constituintes.

Segundo a Loturco (2006), os critérios de escolha do cimento Portland para a produção do graute em maior escala depende de uma combinação dos materiais empregados. Adições minerais de pozolanas, sílica ativa ou filler calcário devem ser incorporadas por substituição de parte do cimento Portland comum até ajustar a resistência media requerida, sem perda das propriedades do material no estado fresco. Aditivos líquidos ou em pó como superplastificantes, aditivos antilavagem dos finos ou expansores retentores de água, deve-se considerar as recomendações dos fabricantes. Os produtos, porém, sempre deverão ser testados, a fim de avaliar a compatibilidade com o cimento e com os outros materiais empregados na formulação para o resultado desejado. Agregados, areia e pedrisco de origem quartzosa, granitos, ou areia de sílica. Onde existem opiniões controversas a respeito da distribuição granulométrica ideal dos agregados para graute.

> O cimento Portland é o material de construção de mais extenso uso no mundo. Apesar de sua invenção ter ocorrido há mais de um século e, em nosso País, sua efetiva produção ter-se iniciado há cerca de 75 anos, muitos são os que fazem uso dele sem conhece-lo com maior rigor. Assim sendo, este Boletim foi preparado em uma linguagem acessível para que todos aqueles que utilizem o cimento Portland possam adquirir um conhecimento mais amplo desse produto quanto ao seu histórico, matérias primas, produção, controle de qualidade, tipos disponíveis, principais aplicações e cuidados na estocagem (ABCP, BOLETIM TÉCNICO, 2003).

De acordo com a ABNT NBR 11578 – Cimento Portland composto – Especificações (1997), os cimentos CP II E, são ditos compostos pois apresentam, além da sua composição básica (escória e gesso), a adição de outro material. Contém a adição de escoria granulada de alto-forno, o que lhe confere a propriedade de baixo calor de hidratação. O CP II E, é composto de 94% a 56% de clinquer e gesso e 6 a 34% de escória, podendo ou não ter adição de material carbonático no limite máximo de 10% em massa. Ele é recomendado para estruturas que exijam um desprendimento de calor moderadamente lento.

As principais normas envolvidas quanto ao aglomerante, são a ABNT NBR 11578 (1997) e a ABNT NBR NM23 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica (2001). Elas resumidamente caracterizam o cimento a fim de manter a integridade da sua característica funcional e desempenho do material como aglomerante na indústria da construção civil.

6.2.2 Areia

O graute é um composto formado por aglomerante, água, aditivo e agregado miúdo, independendo da quantidade de granulometria de agregados diferentes, desde que atenda às suas caraterísticas funcionais. Sabe-se que o cimento aumenta sua resistência proporcionalmente à quantidade de vazios preenchidos quando endurecido, e a viabilidade da granulometria é favorável para este requisito mediante ao limite e homogeneidade da mistura para garantir sua identidade.

Segundo a ABNT NBR 7211 (2009), os agregados são os materiais complementares para a mistura do aglomerante e água, podem existir um ou mais por mistura. A norma 7211/09 especifica as exigências para recepção e produção dos agregados destinados à produção de concretos de cimento Protland, relacionado os agregados de origem natural, já encontrados fragmentados ou através de resultado de britagem de rochas. A amostragem representativa dos agregados miúdos a serem utilizados no graute é definida e coletada de acordo com a NM 26 – Agregados – Amostragem (2001). Referente ao graute, que é formado por dois tipos de agregados miúdos, ou seja, proveniente de duas origens diferentes, os requisitos devem ser considerados proporcionalmente à presença de cada um deles na mistura.

6.2.3 Pedrisco

A ABNT NBR 9935 Agregados – Terminologia (2011), define agregado como o material granular pétreo, sem forma ou volume definido, a maioria das vezes quimicamente inerte, obtido por fragmentação natural ou artificial, com dimensões e propriedades adequadas a serem empregados em obras de engenharia. Os agregados são produzidos a partir de britagem de maciços rochosos ou da exploração

de ocorrências de material particulado natural (areia, seixo rolado ou pedregulho). A principal aplicação dos agregados é na fabricação de concretos e argamassas onde, em conjunto com um aglomerante sendo pasta de cimento Portland e água, constituem uma rocha artificial, com diversas utilidades em engenharia. Além do uso em concreto e argamassas, os agregados apresentam outras aplicações no campo da engenharia, tais como: base de estradas de rodagem, lastro de vias férreas, elemento filtrante, paisagismo, entre outros.

Quanto à origem os agregados são classificados como natural ou artificial. O natural é aquele que é encontrado na natureza em estado de ser utilizado ou que necessita de um pequeno processamento. A areia de rio usada como agregado miúdo para emprego em argamassas e concretos pode ser classificada como natural. O agregado artificial é aquele que após sua extração da natureza sofre um processo de industrialização com objetivo de atingir uma propriedade específica (OLIVEIRA, 2008).

O agregado é chamado de graúdo quando pelo menos 95% de sua massa é retida na peneira de malha 4,8 mm e passa na peneira 152 mm, conforme definido na ABNT NBR – 7211 (2009). O agregado é chamado de miúdo quando os grãos passam na peneira de malha 4,8 mm e ficam retidos na de 0,075 mm.

6.2.4 Aditivos

Aditivos são produtos químicos, usados na composição do graute, adicionados à mistura imediatamente, antes ou durante a preparação, com o objetivo de melhorar as suas características tanto no estado fresco como no estado endurecido.

Segundo a ABNT NBR 11768 – Aditivos para concreto de cimento Portland – Requisitos (2011), o aditivo é o produto adicionado durante o processo de preparação do concreto, em quantidade não maior que 5% da massa de material cimentício contida no mesmo, com o objetivo de modificar suas propriedades no estado fresco e/ou no estado endurecido. Para o caso de concreto projetado, a dosagem pode ser superior a 5%. Os aditivos químicos atuam nas propriedades reológicas do concreto e alteram as reações de hidratação do cimento, ou seja, podendo melhorar a trabalhabilidade, atua na retenção de água, modifica a viscosidade, acelerar ou retardar o tempo de pega, controlar o desenvolvimento de

resistências mecânicas, impedir retração, ou proteger a corrosão de armadura entre outras propriedades.

> A efetividade de cada aditivo pode variar dependendo de sua concentração no concreto, tipo de material cimentício, temperatura ambiente e dos materiais constituintes do concreto, energia de mistura, tempo de adição e variação dos constituintes dos mesmo. Além do efeito principal, os aditivos podem apresentar algum efeito secundário, modificando certas propriedades no concreto (IBRACON, ADITIVOS PARA CONCRETO, 2011).

Para o graute, o aditivo mais importante é o plastificante, onde a norma ABNT NBR 11768 (2011) o caracteriza como um produto que aumenta o índice de consistência do concreto mantida a quantidade de água de amassamento, ou que possibilita a redução de, no mínimo, 6% da quantidade de água de amassamento para produzir um concreto com determinada consistência.

6.2.5 Água

Segundo a Pini (2010), desde a década de 40 quando se iniciou a utilização das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para concreto na indústria da construção civil, que o Brasil não tinha uma referência especifica que tratasse da qualidade da água para amassamento do concreto. Essa determinação pode interferir na durabilidade do concreto final, ao qual as empresas brasileiras, seguiam as determinações de outros países, através de normas europeias ou americanas, por exemplo. Com o início dos trabalhos sobre o tema no âmbito internacional ISSO, o Comitê brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-18) tomou como base o Projeto de Norma internacional e criou uma norma para o Brasil, a ABNT NBR 15900 – Água para amassamento do concreto, com onze partições (2009).

A ABNT NBR 15900 (2009) é composta por 11 divisões, onde parte do estudo dos requisitos a que a água deve ser composta para utilização do amassamento de concreto, coleta de amostras (ABNT NBR15900-2:2009), avaliação preliminar (ABNT NBR15900-3:2009) e determinação de agentes químicos (ABNT NBR15900-4:2009) a (ABNT NBR15900-11:2009).

Bauer (2005) comenta que, a água utilizada em uma mistura de deve ser limpa e livre de substâncias suspeitas de: ácidos, óleo, álcalis, sais, materiais orgânicos ou outras substâncias que podem ser prejudiciais ao concreto.

A água com teor de salinidade de 3,5%, pode provocar uma redução na resistência aos 28 dias de até 12%, salinidade de 5%, a redução da resistência pode chegar a cerca de até 30%. Essa presença da salinidade produz a oxidação do material, em concreto armado a degradação química é ainda pior, atacando diretamente a armadura de forma mais agressiva. (FERREIRA, 2000).

De acordo com a ABNT NBR 15900-01 (2009), a água de abastecimento público é a mais adequada para o concreto e já vem sendo utilizada, não necessitando de ensaio. A água potável que atende a Portaria n° 518 do ministério da Saúde é considerada dentro dos padrões exigidos pela norma do ABNT/CB-18 e pode ser utilizada sem restrição para a preparação do concreto. Quando a água vem de fontes subterrâneas, ou quando é captação pluvial ou ainda oriunda de processo residual industrial, pode ser boa para uso do concreto, mas deve ser ensaiada.

7 CARACTERÍSTICA DO MATERIAL PARA ATENDER AO PROJETO

Sabe-se que cada projeto tem sua particularidade, variando de técnicas construtivas, tecnologias à materiais diversos. Com nota disso, as recuperações estruturais devem atender algumas especificações particulares, porém obedecendo parâmetros de segurança assim como para qualquer concreto, respeitando as normas vigentes relacionada à produção e execução.

Segundo Bauer (2005), os critérios práticos de dosagem de concreto tiveram grande um desenvolvimento, principalmente da década de 40 ao presente momento, com base de que os métodos de estudos, ensaios e dosagens experimentais passaram a serem analisados através de novos métodos para definir o concreto. Estes estudos eram abordando de acordo com o desafio ao que o engenheiro deveria ter para conhecimento referente a atender o projeto, abordando aplicações simples das características do material, componentes, equipamentos e mão de obra disponíveis.

Tendo estes parâmetros referentes a conhecimento da necessidade da obra e suas variáveis necessárias para atender diversos tipos de projeto, tivera feito um estudo tanto para a determinação do comportamento dos diversos materiais disponíveis, quanto para obtenção do método mais eficiente para atender às circunstancias em relação as características da mistura no estado endurecido ou em estado fresco. Estes estudiosos tiveram a maior atenção voltada para a relação resistência e consistência, já que este conjunto atende na boa trabalhabilidade do material e alta capacidade de resistência mecânica (NEVILLE, 2013).

> Dentre os concretos trabalháveis e com o mínimo de vazios o melhor será aquele mais rico em pasta, ou seja, aquele que tiver a menor quantidade de areia ou a maior proporção “g/s”. Onde, “g” é o volume absoluto do agregado graúdo, e “s” o volume absoluto da areia (BAUER, 2005).

Estes estudos resultaram em traços base como parâmetro de resistência e consistência para os materiais disponíveis que temos nos dias de hoje, servindo como parâmetro para calcular uma nova dosagem a fim de atender um projeto, por exemplo. Os critérios mais importantes do concreto são exatamente os citados por Bauer (2005), são características básicas e extremamente necessárias, onde a trabalhabilidade é estudada experimentalmente tendo uma relação para os mesmos agregados proposta pela proporção de água por materiais secos da mistura como

indica a Lei de Lyse. A estanqueidade ou impermeabilidade é diretamente proporcional à densidade do concreto, tendo o menor percentual de vazios se observa mais impermeável até quanto possível, observado na menor proporção água por cimento (BAUER, 2005).

> HISTÓRICO: 1918: Duff A. Abrams Abrams Law: “Dentro do campo dos concretos plásticos, a resistência aos esforços mecânicos, bem como as demais propriedades do concreto endurecido variam na relação inversa da relação água/cimento” (BAUER, 2005).

Estes métodos para dosagem de concreto, podem ser descritos pelo conjunto de técnicas adotadas, para a determinação da composição da mistura e as proporções de seus constituintes em relação ao aglomerante. Geralmente tendo como objetivo produzir um material mais econômico atendendo as características funcionais necessárias para o projeto, adequando às condicionantes, de acordo com o ambiente e materiais disponíveis (DÓREA, 1998).

> Para materiais de mesma natureza, formato, textura e dimensão máxima característica, a massa de água por unidade de volume de concreto é o principal determinante da consistência do concreto fresco (LYSE 1942).

Até então foi observado que a definição do traço se dá através do estudo teórico e prático, para alcançar o melhor custo em relação ao benefício para o projeto. A partir deste parâmetro deve-se tomar o cuidado na relação água por cimento, pois a resistência, permeabilidade, retração são inversamente proporcionais à trabalhabilidade por adição de água. Tendo em vista que quanto maior o acréscimo de água menor a sua resistência e durabilidade ao agente externo.

Nos dias de hoje existem inúmeras tabelas, relacionando diversas características de materiais interagindo resistência, estanqueidade, trabalhabilidade, dimensões de agregados, dentre outras. Porém ainda existem desafios que necessitam de estudos semi-empíricos para atender alguns projetos, é como acontece em algumas obras de recuperação estrutural. O material por ser um concreto com apenas agregados finos, e se diferenciando de argamassa, este tipo de material não tem uma bagagem considerável como os demais.

Tendo em vista a necessidade de produzir amostragens empíricas, deve-se manter os parâmetros lógicos obedecendo os estudiosos e suas leis para se ter

embasamento cientifico paralelo. A lei de Lyse considera o parâmetro de consistência, assim como Abrams defende a relação de água e cimento para resistência.

> Em 1932, Inge Lyse publicou sua contribuição ao estudo da dosagem dos concretos, demonstrando que, respeitados certos limites e mantidos os mesmos materiais, é possível considerar a massa de água por unidade de volume de concreto como a principal determinante da consistência do concreto fresco, qualquer que seja a proporção dos materiais da mistura (IBRACON, 2011).

Esta lei fixa o cimento e agregados à consistência do concreto fresco, dependente preponderantemente à quantidade de água por quantidade de mistura seca em peso, podendo ser simplificado pela expressão (BAUER, 2005):

$$m = k_3 + k_4 * {}^{a}/_{c} \tag{7.1}$$

Esta lei deriva da seguinte lógica, expressa pelas equações seguintes:

$$H = \frac{M_{água}}{(M_c + M_{ar} + M_p)} \tag{7.2}$$

Onde:

H é o teor de água no concreto, referente à massa de água pela massa dos materiais secos da mistura.

M_c é massa de cimento

M_{ar} é a massa da areia

M_p é a massa da pedra

Seguindo a equação, para concretos produzidos com os mesmos materiais, agregados e aglomerantes, mesmo havendo variações no traço entre as proporções mantendo os mesmos materiais, com a mesma proporção de água em relação à materiais secos obterá um mesmo slump, H é um número praticamente constante, independentemente do traço nestas condições. (IBRACON, 2011)

De acordo com Bauer 2005, pode ser observado ela defende que a consistência das misturas é a mesma, independendo da proporção entre agregados, ou proporção de aglomerante por agregado, ou quase a mesma, por conta das

reações químicas dos diferentes produtos, entre aglomerante e agregado. Tendo em vista essa semelhança, pode-se obter por método paramétrico um ajuste a partir de um primeiro experimento, sabendo da necessidade de resistência de projeto obedecendo a Lei de Abrams juntamente com a Lei de Lyse para sucesso dos resultados deste trabalho.

Os concretos especiais, aqueles que apresentam características individuais, que fogem dos padrões de acordo com seus traços, tem como funcionalidade acatar às necessidades que os concretos convencionais não conseguem atender, por conta das obrigações e precisões a que se dá em algumas obras. Estes materiais são diferenciados pelo aditivo empregado na mistura, melhorando o desempenho e contendo deficiências que existem no concreto convencional (WATANAB, 2008).

Como dito, a Lei de Lyse se aplica ao comparativo direto entre teor de água por quantidade de mistura seca, porém não se aplica quando empregado aditivos, pois a proporção de aditivos é referente à quantidade de aglomerante. Tendo em vista este detalhe, nada impede uma comparação direta apenas havendo alterações entre as proporções de agregados entre si, desta forma mantendo a quantidade de massa seca, aditivo e água (BAUER, 2005).

A característica do material é de extrema importância, mas as necessidades de projetos são igualmente importantes. Como preconiza a ABNT NBR 6118 (2014), comenta sobre os mecanismos preponderantes de deterioração das armaduras por despassivação por carbonatação e por ação de cloretos. A primeira é referente à ação do gás carbônico da atmosfera sobre o aço da armadura, o segundo é devido ao teor de íon-cloro, onde as medidas preventivas consistem em impedir o acesso dos agentes agressivos ao interior do concreto. O cobrimento das armaduras e o controle tecnológico do material, de baixa porosidade, minimizam este efeito.

Bauer (2005) também destaca que os agregados compostos com substancias nocivas também influenciam no produto final do concreto. A presença de uma quantidade significativa de matéria orgânica em agregados pode causar problemas na fabricação da mistura, uma vez que isso traz efeitos agressivos, como inibir a hidratação adequada que é proporcionada pelo cimento e, por consequência direta, causar um atraso no endurecimento do mesmo. Estes agregados contaminados, ocasionam a problemática citada pela ABNT NBR 6118 (2014), atacando também diretamente as armaduras, causando redução na resistência à

compressão do concreto, e podendo conter substâncias além, que podem afetar quimicamente o material de diferentes formas.

Segundo a ABNT NBR 6118, a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas, independente das interações mecânicas, variações volumétricas de origem térmica, retração por calor de hidratação e outros previsto no dimensionamento das estruturas. Nos projetos de estruturas correntes, esta agressividade deve ser classificada de acordo com o quadro apresentado pela figura 1, podendo ser avaliada segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes:

Figura 1- Quadro referente à classe de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana [a, b]	Pequeno
III	Forte	Marinha [a] Industrial [a, b]	Grande
IV	Muito forte	Industrial [a, c] Respingos de maré	Elevado

[a] Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

[b] Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

[c] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT NBR 6118 (2014)

A norma além de caracterizar o meio agressivo, define a qualidade do concreto de cobrimento, tomando como parâmetro a resistência e permeabilidade de acordo com o fator agua por cimento. Sabendo que quanto menor o fator, maior sua resistência e impermeabilidade, tentando garantir uma melhor proteção para os diferentes ambientes agressivos a norma disponibiliza o quadro apresentado pela

figura 2 a fim de manter a qualidade e integridade das estruturas em quaisquer que seja o local da obra.

Figura 2- Quadro referente à correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto [a]	Tipo [b, c]	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

[a] O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
[b] CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
[c] CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: ABNT NBR 6118 (2014)

O quadro representado pela figura 3 apresenta a espessura do cobrimento mínimo de acordo com a classe de agressividade do meio, diferente da tabela anterior, esta diferencia cada elemento estrutural e sua espessura mínima de cobrimento.

Figura 3- Quadro referente à correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV [c]
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje [b]	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo [d]	30		40	50
Concreto protendido [a]	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

[a] Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.
[b] Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.
[c] Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.
[d] No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: ABNT NBR 6118 (2014)

8 ENSAIOS

Para aceitação e validação de peças, seja de concreto, seja de graute para fins estruturais ou proteção, deve-se elaborar ensaios exigíveis por norma relacionado às necessidades a que este material deve atender, sendo consideravelmente semelhante ao do concreto.

O controle tecnológico dos ensaios é normatizado pela ABNT NBR 12655 (2015), essa Norma fixa as condições exigíveis para realização do controle tecnológico dos materiais componentes do concreto.

Os procedimentos a seguir têm como parâmetro a ABNT NBR 12655 (2015), desde os requisitos de aplicações, controle, e seus resultados:

a) Ela define que para aplicações de concreto especial, referentes à meios agressivos, pode ser feito exigências específicas. Estes concretos especiais devem atender à intempéries mais agressivas do que em obras correntes, devendo haver uma atenção melhor quanto à sua qualidade.
b) O controle tecnológico deve provar que os materiais constituintes na elaboração da mistura devem atender aos requisitos normativos. Deve colaborar com o controle tecnológico em função do grau de responsabilidade da estrutura, agentes e meio agressivo do local, e demais condições referentes à projeto.
c) Os responsáveis pela realização e programação do controle tecnológico envolvidos na execução, devem possuir qualificação e experiência comprovada deste tipo de atividade, sendo um responsável técnico habilitado. Onde ao termino da obra deve ser elaborado um relatório técnico conclusivo, contendo todos os resultados acumulados e analisados, com um parecer referente à qualidade dos materiais lançados e constituintes da mistura.
d) A norma considera que quanto maior a eficiência, entre a resistência à compressão obtida e o consumo de cimento no concreto, melhor, desde que atenda à consistência desejável para lançamento, trabalhabilidade e outras características desejáveis em função da agressividade ambiental e local de execução da obra.

Além do controle na produção, deve-se atentar à uma etapa de tamanha importância, quanto a anterior. A cura do concreto se inicia uma vez que o cimento é

acionado pelo contato com água, logo o concreto inicia seu período de pega onde começa a liberar o calor por hidratação e começa a enrijecer gradualmente passando do estado pastoso para o rígido.

Em laboratório, a cura e moldagem dos corpos de prova é definida pela ABNT NBR 5738 – Moldagem e cura de corpos de prova de concreto cilíndricos ou prismáticos – Método de ensaio (2016), prescrevendo o procedimento e cura do concreto em moldes de laboratório.

Os procedimentos a seguir têm como parâmetro a ABNT NBR 5738 (2016), desde os requisitos, parâmetros para ensaios, materiais, acessórios, controle, adensamento, rasamento, cura e capeamento:

a) Esta norma aplica requisitos para confecção de corpos de prova cilíndricos utilizados no ensaio de compressão axial. Esta, não se aplica a concretos de mistura relativamente seca ou abatimento igual a zero. Para todos os efeitos a dimensão básica dos moldes em diâmetro nos cilíndricos, devendo manter a proporção entre altura igual ao dobro da medida diametral na produção do corpo de prova.
b) Os moldes variam em diâmetro sendo de 10, 15, 20, 25, 30, ou 45 centímetros. Onde existe uma tolerância de 1% para o diâmetro e 2% para altura, devendo ser perfeitamente cilíndrico e com suas bordas em eixos exatamente paralelas entre si.
c) Os moldes devem ser de aço ou qualquer outro material que não seja absorvente ou que venha a reagir com algum dos componentes da mistura, e indeformável para esta tarefa. Devem também possuir um sistema para facilitar o desmolde, sem que haja riscos de fraturar os ensaiados, e sem possibilidades de vazamento ou perda de água por sua base.
d) Após a mistura preparada, precisa-se determinar o abatimento da amostra de concreto. Esta deve sofrer adensamento de acordo com a figura 4 para cada tipo de molde, a fim da obtenção do resultado do abatimento de consistência referente à ABNT NBR NM 67 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (1998) por meio do tronco de cone.

Figura 4- Quadro referente a número de camadas para moldagem das formas

Tipo de corpo-de-prova	Dimensão básica (*d*) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	9	225
Prismático	100	1	1	75
	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450	3	--	--
[1)] Para concretos com abatimento superior a 160 mm, a quantidade de camadas deve ser reduzida à metade da estabelecida nesta tabela. Caso o número de camadas resulte fracionário, arredondar para o inteiro superior mais próximo.				

Fonte: ABNT NBR 5738 (2016)

e) A preparação dos moldes deve preceder à moldagem dos corpos de prova, os moldes e suas bases devem ser convenientemente revestidos internamente com uma fina camada de óleo mineral ou desmoldante.

f) O adensamento por vibração deve ser finalizado quando a superfície do concreto apresentar um aspecto uniforme e relativamente liso, praticamente não havendo mais o aparecimento de bolhas de ar na superfície, devendo evitar vibrar demasiadamente o concreto, pois tal descuido pode produzir segregação.

g) O rasamento do ensaio tem como característica aplainar o corpo de prova produzido, deixando-o com suas faces exatamente paralelas. Independentemente do método de adensamento utilizado, seja por golpes ou vibração, após o adensamento da última camada deve ser feito o rasamento da superfície com a borda da fôrma, empregando para isso uma régua metálica, por exemplo.

h) Por fim a cura do corpo de prova, até as idades de ensaio de rompimento devem ser mantidos em processo de cura úmida, nas condições preconizadas pelas normas vigentes. Permitindo manter uma cura ao ar, devendo apenas informar em seus resultados quanto à essa diferença.

O capeamento como comentado na Norma até agora citada, este não pôde ser possível realizar após os moldes curados, apenas havendo cuidado no momento

de ensaiar os corpos de prova, é imprescindível preparar suas bases, de modo que se tornem superfícies planas e perpendiculares ao eixo longitudinal do corpo de prova para que não interfira nos resultados de resistência à compressão axial.

A estufa é um elemento necessário no procedimento dos experimentos, para que se possa definir o teor de água nos elementos a serem analisados após a secagem por ela.

8.1 Resistencia à compressão

Sabendo que a resistência à compressão implica na moldagem dos corpos de prova e seu resultado quando à compressão, em questão a axial, para aferir o valor de resistência da mistura empregada. Este procedimento necessita exclusivamente do equipamento, prensa, e do material fabricado de acordo com a norma ABNT NBR 5738 (2016) que prevê a moldagem e cura dos corpos de prova a fim de atender os requisitos para executar o procedimento da ABNT NBR 5739 Concreto – Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos (2007), com o interesse de se obter os resultados reais da resistência à compressão axial do material ensaiado.

Os procedimentos a seguir têm como parâmetro a ABNT NBR 5739 (2007), desde os requisitos de equipamento necessário, critérios, variações, até seus resultados:

a) A Norma preconiza que para ensaios em laboratórios, a máquina de ensaio deve ser classe 1 ou melhor. Tendo conhecimento, seja qual for a classe do equipamento deve atender que, a estrutura de aplicação de força deve ter capacidade compatível com os ensaios a serem realizados para que não haja eventualidades, permitindo a aplicação controlada e gradual da força sobre o corpo de prova colocado no equipamento e devidamente posicionado entre os pratos de compressão, pois o deslocamento deve ser exclusivamente vertical, com ambos os pratos paralelos.
b) O corpo de prova cilíndrico deve ser posicionado de modo que, quando estiver centrado, seu eixo coincida com o da máquina, fazendo com que a resultante das forças passe pelo centro. O acionamento deve ser através de qualquer fonte estável de energia, de modo a propiciar uma aplicação de força contínua e isenta

de choques. Somente para as máquinas de classe 2 se aceita acionamento manual.

c) A prensa deve possuir a possibilidade de ajustar a distância entre os pratos de compressão antes do ensaio para que o corpo de prova possa ser submetido à força dentro dos parâmetros de deslocamento útil do equipamento, obtendo os resultados de forma satisfatória, podendo ser uma medição analógica ou digital.

d) O equipamento de classe 1 utilizado é de painel digital, indicando, tanto a força quanto, a resistência máxima atingida, tendo em vista a especificação da resolução de escala, onde este o resultado de resistência é referente a força sobre a área do corpo de prova, necessitando para o equipamento apenas informar a área de contato do corpo de prova utilizado.

e) Os corpos de prova rompidos à compressão axial em cada idade especificada tem como tolerância de tempo para rompimento de acordo com a data e hora ensaiados como aponta a Norma através da figura 5.

Figura 5- Quadro referente à tolerância para a idade de ensaio

Idade de ensaio	Tolerância permitida h
24 h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48
NOTA Para outras idades de ensaio, a tolerância deve ser obtida por interpolação.	

Fonte: ABNT NBR 5739 (2007)

f) Além do controle de tempo para rompimento, os corpos de prova ensaiados devem obedecer a proporção à relação altura/diâmetro (h/d), onde a proporção nunca deva ser maior do que 2,02, e caso esta relação seja menor que 1,94, deve-se efetuar as correções descritas pela figura 6.

Figura 6 - Quadro referente ao fator de correção h/d

Relação *h*/*d*	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00
Fator de correção	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87
NOTA Os índices correspondentes à relação *h*/*d* não indicada podem ser obtidos por interpolação linear, com aproximação de centésimos.					

Fonte: ABNT NBR 5739 (2007)

g) O carregamento sobre o corpo de prova só deve cessar quando houver uma queda de força a qual indique sua ruptura, podendo haver caracterização de queda de resistência antes que se obtenha o rompimento, onde acontece nos primeiros instantes em que a prensa pode entender que haja mal posicionamento do molde sobre o prato.

h) O cálculo de resistência à compressão pode ser conferido ou calculado através da seguinte expressão:

$$f_c = \frac{4F}{\pi * D^2} \quad (8.1)$$

onde:

fc é a resistência à compressão, em megapascals;

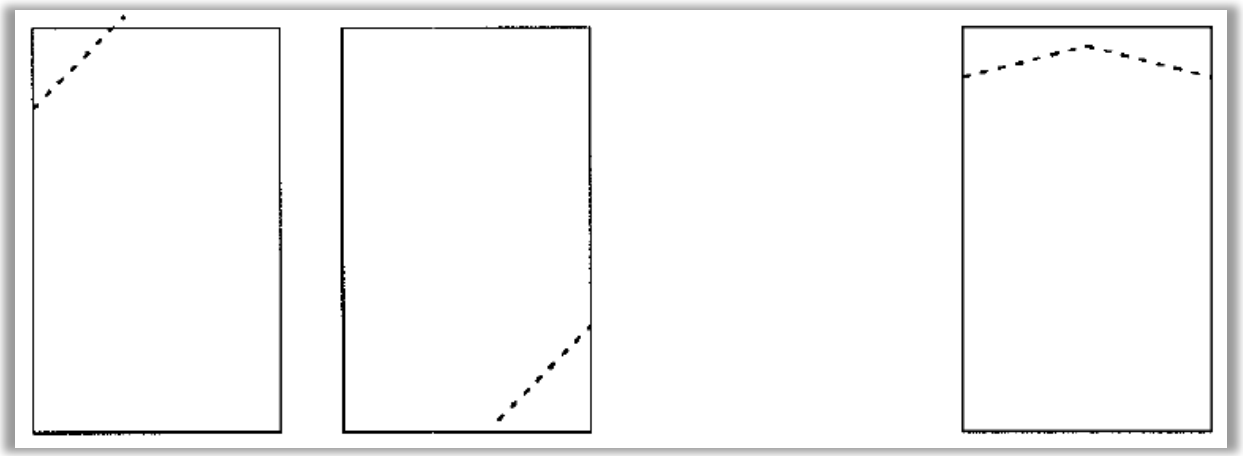
F é a força máxima alcançada, em newtons;

D é o diâmetro do corpo de prova, em milímetros.

i) O resultado deve obedecer a escala e unidade da resistência à compressão sendo expresso em megapascals, com três algarismos significativos. Além de conter a resistência individual, o resultado final compete a identificação da data de moldagem e rompimento, idade, dimensões do corpo de prova, classe da máquina empregada, tipo de ruptura, identificação do corpo de prova, traço e tipo de capeamento.

j) A Norma também orienta que a dispersão significativa entre resultados de mesmo exemplar convém uma investigação quanto ao tipo de ruptura, podendo apresentar defeitos de moldagem nos topos ou bases dos corpos de prova, estas características apresentam geralmente rupturas como na figura 7.

Figura 7- Rompimento de corpos de prova com fraturas no topo e/ou na base



Fonte ABNT NBR 5739 (2007)

8.2 Permeabilidade

A absorção de água do concreto endurecido, representa a quantidade de água que este material tem de capacidade de absorver, caracterizando ou não uma boa proteção interna, seja para concreto simples ou armado, onde é determinado em massa por um corpo sólido por meio de sua permeabilidade. Quanto mais baixo possível, melhor, pois quanto menos permeável este material for, maior será sua durabilidade, já que o acúmulo de água interno gera danos ao concreto e armaduras, diminuindo sua vida útil e resistência ao longo do tempo podendo causar fissuras (Bauer 2005).

Para calcular a percentagem de absorção de água em corpos de prova utiliza-se a ABNT NBR 9778 – Argamassa e concreto endurecido – Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica (2009), esta norma preconiza o modo pelo qual deve ser executado e o ensaio para determinar a absorção de água do material por meio de imersão, relacionando o índice de vazios e massa específica de argamassa do concreto endurecidos.

Absorção de água por imersão é definida pela seguinte expressão:

$$\%_{ab} = \frac{M_{sat} - M_s}{M_s} * 100 \qquad (8.2)$$

M_{sat} = massa do corpo de prova saturado

M_s = massa do corpo de prova seco em estufa

Os corpos de prova moldados devem estar isentos de óleo ou outros materiais aderidos na moldagem, e seguir todos os parâmetros normativos para fabricação dos moldes de concreto. A norma estabelece a cura por imersão em água à temperaturas entre 21 e 25 graus célsius, secagem em estufa à temperaturas entre 100 e 110 graus célsius e resfriamento ao ar em temperatura semelhante à estabelecida para imersão.

> A absorção de água é, talvez, a propriedade do agregado que mais influencia a consistência do concreto, uma vez que as partículas absorvem água diretamente para dentro do misturador, reduzindo a trabalhabilidade da mistura. Se dois tipos de agregados têm uma absorção semelhante, outros fatores secundários serão de importância na consistência da mistura, tais como a forma, o tamanho e a graduação (já que a maior superfície do agregado é necessária para cobrir com massa). Com uma boa consistência e trabalhabilidade da mistura, se obtém uma combinação de índice de absorção baixo e bom coeficiente de forma, onde as partículas são aproximadamente redondas (ANDRADE, 2005).

Para obtenção dos resultados, usa-se os valores das massas determinadas de acordo com os procedimentos da norma em questão. O relatório deve incluir as seguintes informações, como identificação da amostra, tipo e dimensões do corpo de prova, idade do concreto ensaiado, método de cura e valores referentes às pesagens.

> A amostra de peças de concreto deve apresentar absorção de água com valor médio menor ou igual a 6 %, não sendo admitido nenhum valor individual maior do que 7 % (ABNT NBR 9781, 2012).

A norma que atenta ao teor de absorção ser abaixo de 6 %, é referente à blocos de pavimento de concreto, não havendo uma proporção limite para concretos estruturais. Tendo em vista essa observação, deve se tomar como referência este parâmetro tendendo para um maior rigor, pois estruturas em concreto armado, além de função estrutural de resistência, deve atender à uma necessidade de proteção da armadura do composto.

8.3 Granulometria

A granulometria dos materiais é uma medida entre as dimensões do componente agregado, apesar de ser um mesmo material, este possui um elenco de diâmetro de grãos. A ABNT NBR NM 248 – Agregados - Determinação da composição granulométrica (2003), prescreve o método para a determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos para mistura de concreto (Figura 8).

Figura 8- Quadro referente à série de peneiras

Serie Normal / *Série Normal*	Serie Intermedia / *Série Intermediária*
75 mm	-
-	63 mm
-	50 mm
37,5 mm	-
--	31,5 mm
--	25 mm
19 mm	-
-	12,5 mm
9,5 mm	-
-	6,3 mm
4,75 mm	-
2,36 mm	-
1,18 mm	-
600 µm	-
300 µm	-
150 µm	-

ABNT NBR NM 248 (2003)

Os procedimentos a seguir têm como parâmetro a ABNT NBR NM 248 (2003), desde caracterização, métodos de ensaio, critérios, variações, até seus resultados:

a) A Norma caracteriza a dimensão máxima característica do agregado, a partir da abertura nominal apresenta imediatamente uma quantia igual ou inferior a 5% de sua massa em análise.
b) A soma dos percentuais retidos em peneiras de series normais e acumulados em massa de um agregado serve para definir o módulo de finura do agregado ensaiado. As partículas que passarem na peneira de menor abertura, 0,075 mm, são considerados como materiais pulvorulentos.
c) A norma atenta à algumas aparelhagens necessárias como: Balança de resolução de 0,1%, estufa, peneiras, principalmente. A fim de ser capaz de executar ensaios básicos para determinação de granulometria dos agregados. A quantidade de material para ensaio, massa mínima para ensaio é definida pela figura 9:

Figura 9- Quadro referente à massa mínima, por amostra de ensaio

Dimensión máxima nominal del agregado / *Dimensão máxima nominal do agregado* mm	Masa mínima de la muestra de ensayo / *Massa mínima da amostra de ensaio* kg
< 4,75	0,3*
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25,0	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300
(*) Después del secado. / *Após secagem.*	

Fonte: ABNT NBR NM 248 (2003)

d) Para preparação do ensaio, deve-se secar as amostras de ensaio em estufa a pouco mais de 100°C e esfriar à temperatura normal, e determinar sua massa. Encaixar as peneiras de acordo com as características do material e norma vigente, colocando as peneiras de forma que as aberturas sejam em ordem decrescente e de cima para baixo.

e) Introduzir a massa prevista no topo, na peneira de maior abertura e promover a agitação mecânica do conjunto por algum tempo, para que permita a classificação e passagem de forma homogênea por todas as peneiras.

f) Após o termino do peneiramento, remover o material retido na peneira, para um recipiente identificado, retirando o material retido de cada peneira para este identificado, anotando os valores acumulativos de material informando cada peso e peneira a que foi retido.

g) Todo o material acumulado não pode manter uma proporção superior à 0,3% da massa seca da amostra em análise, inicialmente colocada no conjunto de peneiramento ao início do procedimento.

h) Os resultados para cada uma das amostras de ensaio, deve-se calcular a porcentagem retida em cada peneira, com aproximação de 0,1%. Calcular as medias acumuladas em cada peneira com aproximação de 1%. Determinar o módulo de finura, dimensão máxima característica, e quantidade retido em cada peneira.

A ABNT NBR 7211 (2009), consiste em caracterizar os agregados em tipos tais quais são identificados como:

a) Agregado miúdo cujo os grãos passam pela peneira de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de 150 µm. Já o agregado graúdo são reconhecidos por passarem entre as peneiras de 75 e 4,75 mm, ambas reforçadas pela ABNT NBR NM 248 (2003).

> Agregado resultante da britagem de rochas cujo beneficiamento resulta numa distribuição granulométrica constituída por agregados graúdos e miúdos ou por mistura intencional de agregados britados e areia natural ou britada, possibilitando o ajuste da curva granulométrica em função das características do agregado e do concreto a ser preparado com esse material. Os limites desta norma referentes ao agregado total devem atender aos critérios de ponderabilidade em massa entre os agregados graúdos e miúdos que o compõem (ABNT NBR 7211).

b) A norma preconiza que os grãos de minerais não devem conter substancias de natureza suspeita, que possa afetar a integridade do concreto ou à armadura.

8.4 Abatimento

Segundo (Bauer, 2005), o abatimento tem como função determinar a trabalhabilidade do material, propriedade referente à praticidade com que este pode ser lançado e manuseado sem perder sua homogeneidade.

Para Metha e Monteiro, 1998, a fluidez está diretamente relacionada à quantidade de pasta e agregados juntamente com a relação de água e cimento na mistura, já que uma mistura com baixa relação A/C, tenderá a ser muito rígida. Já o oposto, com está proporção elevada a mistura pode se tornar tão fluida que tenderá a gerar um fenômeno denominado como segregação, fazendo com que haja separação da água aos materiais sólidos acumulando os agregados ao fundo, tendendo a se assentarem em camadas de acordo com sua granulometria e massa especifica.

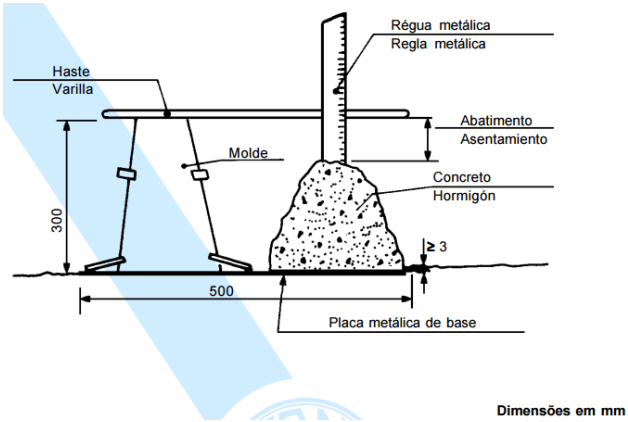
O abatimento pelo tronco de cone é o método mais conhecido no Brasil para verificar a consistência do concreto, de acordo com a norma vigente ABNT NBR NM 67 (1998), será citado todos os procedimentos necessários para a realização deste tipo de ensaio:

a) O método não é aplicável à misturas de consistência relativamente secas, é aplicável apenas aos concretos plásticos e coesivos que apresentem um assentamento em volto de 10 mm, como resultado do ensaio realizado de acordo

com esta Norma. O método também não se aplica a concreto cujo agregado graúdo apresente dimensão nominal máxima superior a 37,5 mm.

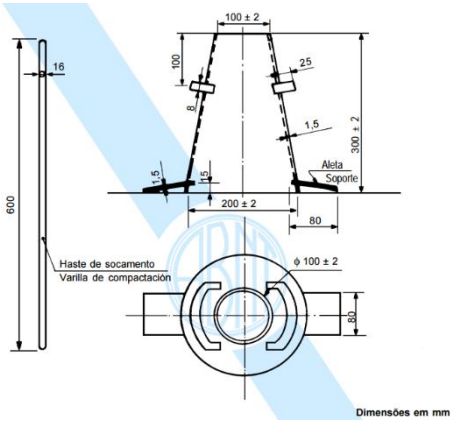
b) O equipamento necessário é manual como pode-se observar pela figura 10 e 11, possui um formato de tronco de cone, geralmente com espessura de 1,5 mm confeccionado sem costura e de interior liso para que não adultere o resultado. Seus diâmetros são de 200 mm de base, 100 mm no topo e altura de 300 mm.

Figura 10- Medida do abatimenro do tronco de cone



Fonte: ABNT NBR NM 67 (2008)

Figura 11- Dimensões do tronco de cone



Fonte: ABNT NBR NM 67 (2008)

c) As bases superior e inferir devem ser abertas e exatamente paralelas entre si, formando um ângulo reto ao eixo do cone. O tronco de cone deve possuir duas alças para levantamento e estabilizadores próximo ao solo para mante-lo estável.

d) Os acessórios para o ensaio são a placa base e a haste. A haste de compactação como pode ser observada na figura 10, geralmente é de aço ou do mesmo material que o cone, com diâmetro de 16 mm e 600 mm de comprimento. A Placa base deve ser metálica, quadrada e plana, não sendo inferior a 500 mm.

e) O procedimento exigido por esta norma é umedecer o molde e a placa, e durante o preenchimento o operador deve permanecer pisando nos estabilizadores para mantê-lo estável evitando que o mesmo suspenda. Devendo encher o molde rapidamente e em 3 camadas, a cada um terço de altura cada uma, compactando a cada vez com 25 golpes da haste de compactação penetrando a seção de cada camada até que por fim deve-se fazer o rasamento da superfície antes de levantar o cone.

f) Por fim levanta-se o equipamento em um tempo de 5 a 10 segundos com movimento vertical e constante, onde desde o inicio do preenchimento e a retirada não deva ultrapassar 150 segundos, e não deva exceder 300 segundos após o traço pronto para ensaio.

g) Após a retirada do molde, medir a diferença entre a haste e a mistura desmoronada, onde a haste esteja posicionada paralelamente à placa e posicionada acima do tronco de cone, assim como mostra a figura 10. O abatimento do ensaio deve ser expresso em milímetros, arredondando aos 5 mm mais próximos. Em relatório deve conter a referência desta norma, data do ensaio, identificação da mistura e resultado do experimento.

9 METODOLOGIA

O presente trabalho é referente à proposta de fabricar um material no canteiro de obra afim de atender ao projeto de recuperação estrutural sem que haja a necessidade da aquisição de um produto industrializado, que geralmente é imposto por calculistas estruturais em determinadas finalidades (ANEXOS A ao G).

Foi analisado a fabricação do graute para recuperação estrutural de pilares em concreto armado utilizando aglomerante e agregados naturais, como pedrisco de quartzo, arenito de quartzo e cimento, todos de região Maranhense. A mistura leva consigo aditivos para atender às características funcionais necessárias requeridas em projeto.

Os agregados são oriundos de uma jazida da cidade de Morros – MA, enquanto o cimento é produzido pela CIMAR na cidade de São Luís – MA. Foi feito uma análise comparativa entre o graute industrializado (Figura 12) de ficha técnica em anexo (ANEXO H ao K), e o novo graute que primeiramente foi produzido em laboratório, sem que comprometa de forma irresponsável ou equivocada lançando produto final *in loco* na execução do projeto em questão. Os resultados obtidos dos ensaios foram de acordo com as normas da ABNT devidamente vigente.

Figura 12- Graute industrializado, para efeito comparativo final



Fonte: Acervo do Autor, 2016

9.1 Local de estudo

O local onde houve a necessidade de solução para o problema em estudo, foi no Condomínio Residencial Ilha das Rosas, Azul e Tropical, constituído por 3 (três) unidades, de 4 (quatro) pavimentos cada, sendo o primeiro térreo e os demais de habitação, construído em maio de 1986, localizado na Rua dos Professores, bairro Cohafuma, cidade São Luís – MA (Figura 13). O mesmo já passou por uma manutenção no ano de 2010, informado por moradores, onde tal serviço executado certamente não foi dirigido por um profissional da área da engenharia, elevando a gravidade da situação na data presente desta correção (ANEXO – B). O nível da gravidade requer uma execução emergencial de recuperação, que foi realizado pela CityService LTDA.

Figura 13- Localização do condomínio em recuperação/reforço estrutural



Fonte: Google Earth (2016). ESCALA DE 1:100 metros. (PONTO EM AZUL)

Esta tentativa de recuperação sem o acompanhamento de um profissional capacitado fez com que o problema se agravasse, pois foi utilizado alguma substancia nas ferragens, tal qual aparentemente não tem ou teve uma função além de tingir a peça, já que a corrosão se prologou e foi encontrado neste estado no momento em

que foi feito o projeto estrutural. As Figuras 14 e 15 a seguir mostram a situação de deterioração encontrada até o momento.

Figura 14- Pilar nível D do prédio A



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 15- Viga mal tratada, zarcão



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Este pilar da figura 14, apenas passou por uma limpeza de desplacamento que já havia iniciado pela deterioração imposta pela armadura expandida como pode ser observado pelo anexo F, por si só a armadura explodiu o concreto deixando-o neste estado.

Como se pode perceber, o edifício estava em iminência de queda, segundo o disse o calculista *in loco*, com as armaduras em alto grau de deterioração, algumas com até 20% de perda de seção de aço, e pilares com armaduras em forma de arco. No arranjo do mesmo pilar, a seção da armadura de aço entre o vergalhão mais

deteriorado em relação ao mais atingido pela agressividade do meio pode ser claramente observada pelo resultado do paquímetro das figuras 16 e 17.

Figura 16- Paquímetro com resultado de 10 mm



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 17- Paquímetro com resultado de 8 mm



Fonte: Acervo do Autor, 2016

9.2 Desafio da execução e projeto

A execução de recuperação e elaboração do projeto, foram elaboradas por empresas distintas, onde a elaboração do projeto ocorreu no período de janeiro de 2016, e a execução em abril do mesmo ano. No presente momento, ao segundo semestre do ano a execução do projeto está em volta de 50% do total concluído.

O projeto contido em anexo (Anexo A ao G), descreve a identificação e solução para a patologia encontrada, a recuperação proposta em questão é dividida em níveis de importância tendo em vista que à primeira vista, por conta de uma manutenção malsucedida, a estrutura tinha um reboco que impossibilitava a identificação dos pilares, dificultando a avaliação preliminar de todos os pilares a seu devido nível de deterioração. Os pilares classificados como nível D, eram os mais críticos, foram escorados, escareados, limpos, e toda ligação do concreto velho ao novo foi feito por meio de uso de adesivo estrutural, sendo aplicado tanto ao concreto quanto na armadura, nova e velha, de acordo com o projeto e recomendação técnica do fabricante.

A estrutura se encontrava em alto grau de deterioração, como pôde ser observado pela figura 14, em que a deterioração do pilar se encontrava com toda armadura exposta, flambada a uma intensidade de explodir o concreto e até estribos. O principal fator se deve à corrosão da armadura pelo fato do cobrimento praticamente que faceado a margem externa da peça, tendo em nota o (Anexo B), avaliado juntamente ao projetista estrutural. Tal fator pode ser especulado pelo fato de que a

nossa ABNT NBR 6118 (2014) substituiu a norma NB 1 - Projeto e execução de obras de concreto armado – 1978, de construção da época em que o edifício foi concebido, maio de 1986, em que esta preconizava o cobrimento mínimo entre 1 e 2 centímetros.

A estrutura foi recuperada conforme o grau de deterioração considerado, para isso os níveis de degradação foram divididos em A, B, C e D (Anexo B). Onde estão ordenadas de forma crescente de acordo com sua gravidade, respectivamente, sendo necessário acréscimo em seção de ferro nos classificados como C e D. Cada bloco é composto por 42 pilares, totalizando 126, onde estão diretamente influenciados pela ação do meio ambiente, estes fazem parte da estrutura do estacionamento do conjunto.

9.3 Origem da pesquisa

Tendo em vista a competitividade econômica, tanto em relação à área quanto ao momento econômico do país, se teve um interesse de reduzir os custos, de tal maneira obteve-se o interesse de produzir um material que fosse capaz de atender ao projeto, substituindo o material industrializado imposto em projeto por um material fabricado no canteiro de obra. O risco da identificação pós retirada do reboco dos pilares, ao qual este estava sem aderência alguma em qualquer pilar, servido apenas de uma espécie de capa, escondendo o verdadeiro problema.

Portanto como define o próprio projetista:

> A identificação dos níveis de recuperação será feito *in loco* quando da fase executiva baseado nas definições previstas neste projeto, haja visto que hoje a estrutura tem um reboco que impossibilita esta identificação (Anexo A).

Ele definiu uma quantidade de pilares que necessitariam de aumento de seção com função estrutural, a qual lhe foi capaz identificar, em um total de 8 pilares nível C, e 3 pilares nível D (Anexo A). Portanto este trabalho de estudo de material, teve o interesse de diminuir os riscos financeiros para a empresa e manter a competitividade na proposta, assumindo os riscos de finalizar a recuperação.

O material exigido pelo projeto foi o graute industrializado, e o projetista aceitou a proposta substituição pelo fabricado no canteiro, desde que lhe apresentasse os resultados e estes fossem satisfatórios, impedindo e atentando

apenas para o pilar mais crítico, o de nível D do prédio A, pois este deveria ser reforçado emergencialmente.

Por fim, a recuperação com o novo material produzido concluiu 100% dos pilares feitos até então, atentando à aproveitamento de forma, agilidade de execução e qualidade, reduzindo assim tempo e a mão de obra conferindo um acréscimo de segurança para todos os pilares, além de uniformidade visual e estética. Este material exigido pelo projetista tem como características de alta resistência e boa trabalhabilidade para preenchimento de vazios.

Segundo Watanab (2008), as propriedades a que os grautes se destacam no estado fresco é a sua elevada fluidez, obviamente cercada de outras propriedades também importantes, como a segregação inexistente, retração extremamente baixa na mistura, e permitindo um preenchimento satisfatório das peças, e em seu estado endurecido altas resistência e baixa absorção de água.

Esta trabalhabilidade elevada é necessária tanto para o preenchimento entre as novas armaduras nos pilares de nível D quanto no lançamento para os pilares nível C, entre forma e face da estrutura velha, já que essa espessura varia apenas entre 4 e 6 centímetros de cavidade em uma fôrma de 2,40 metros de altura como apresentado pelas figuras 18 e 19.

Figura 18- Espessura para lançamento, 60 mm



Fonte: Acervo do Autor, 2016

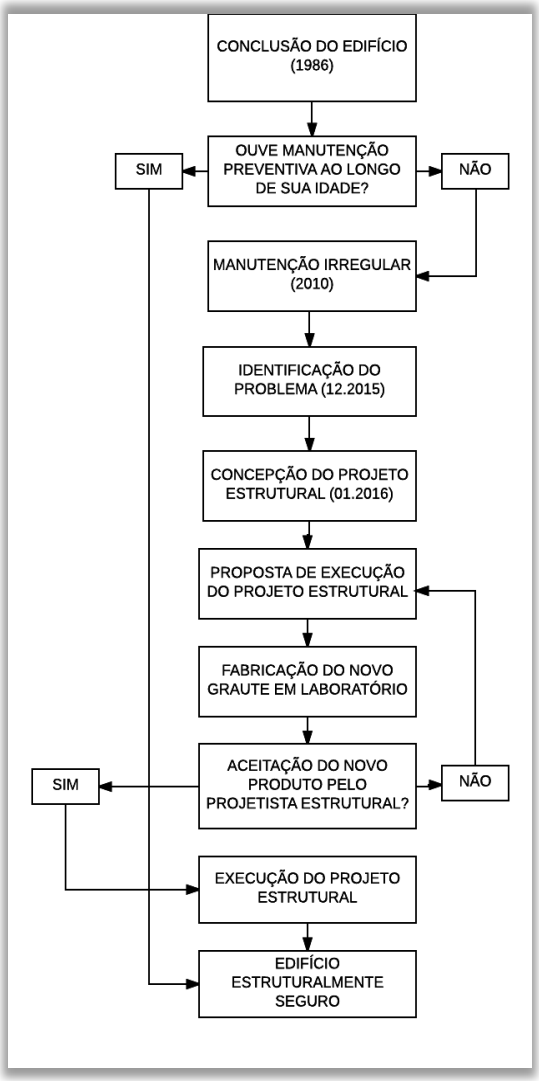
Figura 19- Preparação da fôrma, 2,40 m



Fonte: Acervo do Autor, 2016

9.4 Fluxograma

Figura 20- Fluxograma de prevenção do edifício



:

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

9.5 Laboratório

O tratamento dos dados foi feito no laboratório das engenharias da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), realizando os ensaios de permeabilidade, abatimento, granulometria e resistência, por meio dos corpos de provas produzidos. A coleta de dados e informações necessária foi reforçada por meio de literaturas e normas vigentes, afim de interpretar e identificar as características e resultados das amostras.

Foi realizado ensaios das propriedades físicas e mecânicas dos corpos de prova nos diferentes traços da mistura, afim de otimizar a fabricação das características no estado fresco e endurecido do material.

Foi analisado as seguintes proporções de aglomerante e agregados do material produzido no canteiro, correspondente dos materiais, cimento, pedrisco e areia, respectivamente nesta ordem:

a) 1 : 2,25 : 1,05
b) 1 : 2,10 : 0,90
c) 1 : 1,75 : 0,75
d) 1 : 1,98 : 1,32
e) 1 : 1,80 : 1,20
f) 1 : 1,50 : 1,00

Os valores acima têm como proporção aglomerante por agregados em que variam de 2,5, 3,0 e 3,3 em peso. E proporção entre agregados de 70/30 para os itens A, B, C, e 60/40 para os itens D, E, F, correspondentes da massa total de agregado na mistura respeitando as proporções aglomerante por agregado. As idades de rompimento submetido para resistência a compressão das amostras foram aos 7, 14, 21 e 28 dias após o processo de iniciação de cura, e o fator água por cimento (a/c), dos traços tiveram variância entre 0,407 e 0,70 (Apêndice A ao V).

Cada traço é definido pelo conjunto de todos os materiais constituintes na mistura, onde cada composto tem pelo menos uma variável diferente em relação ao outro, mudando parcial ou totalmente as características frescas ou finais do material formado.

O trabalho laboratorial se teve no Laboratório das Engenharias da instituição da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), composto de equipamentos suficientes para os ensaios requeridos. Os principais equipamentos são:

a) Fôrmas cilíndricas dos Corpos de Prova
b) Balança
c) Acessórios variados
d) Betoneira

e) Tronco de Cone
f) Mesa vibratória
g) Tanque de Cura
h) Estufa

Para as fôrmas cilíndricas, esta tivera de duas dimensões, com 10 e 10,2 centímetros (Figura 21), essa variação apesar de pequena, compete em uma diferença nos resultados, e corrigida de acordo com a ABNT NBR 5739 (2007) item 6, pelo fato de que a resistência é calculada entre a força de compressão sobre a área de contato do molde, tal correção é feita automaticamente pela prensa de classe 1 utilizada em laboratório, apenas previamente configurada antes do rompimento.

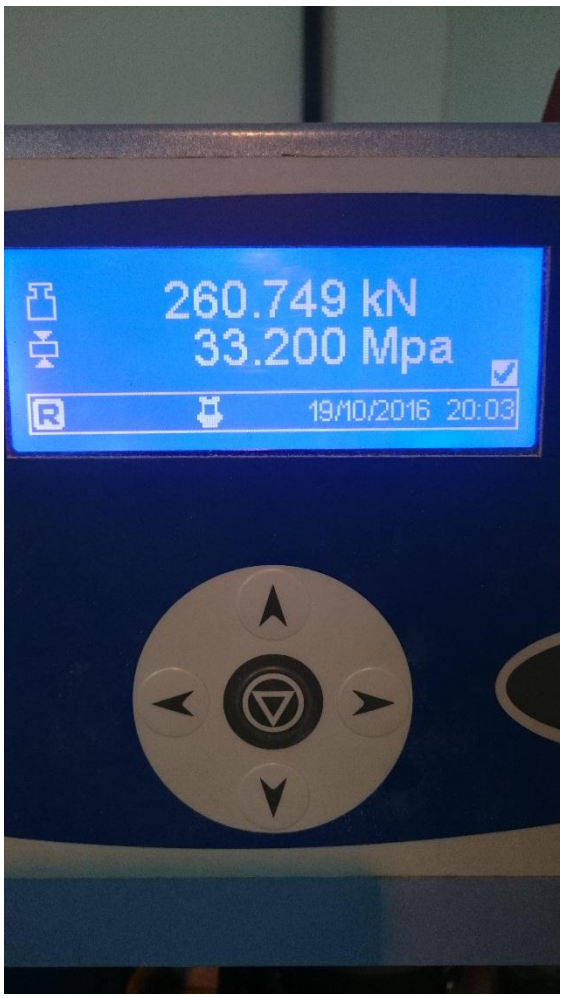
Figura 21- Fôrmas dos corpos de prova com diâmetros de 100 e 102 mm



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Segundo a Norma regulamentadora ABNT NBR 5739 (2007), esta diferença pode manter uma variação desde que atenda a relação altura por diâmetro do corpo de prova, e sua fórmula para cálculo da resistência se dá em relação à força aplicada na compressão e seu diâmetro. Sabendo que o equipamento padrão tipo 1 é automatizado, sendo previamente configurado informando o diâmetro e expondo, tanto a força de compressão de rompimento em KN, quanto a resistência em Mpa (Figura 22).

Figura 22- Painel da prensa – traço 39 aos 28 dias



Fonte: Acervo do Autor, 2016

A balança utilizada tem capacidade para 30 Kg e resolução de 1 grama (figura 23), e os acessórios diversos são utilizados para apoio na produção das amostras referidas, sendo para finalidades de precisão e equipamentos técnicos diversos (figura 24).

Figura 23- Balança do laboratório



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 24- Acessórios e equipamentos



Fonte: Acervo do Autor, 2016

A betoneira utilizada no laboratório é da marca CSM com capacidade de mistura de 75 litros, com 34 revoluções por minuto e 0,33 cv, apresentada pela figura 25.

Figura 25- Betoneira do laboratório



Fonte: Acervo do Autor, 2016

O tronco de cone é fundamental para aferir a consistência do material no estado fresco, este equipamento é composto por um tronco de cone regular de dimensões com 30 centímetros de altura, 20 de abertura na base e 10 de abertura superior, auxiliado por uma haste de suporte de adensamento para 3 etapas em seu preenchimento antes que haja a retirada e aferição do material segundo a ABNT NBR NM 67 (1998) (Figuras 26 e 27).

Figura 26- Tronco de cone



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 27- Abatimento pelo tronco de cone



Fonte: Acervo do Autor, 2016

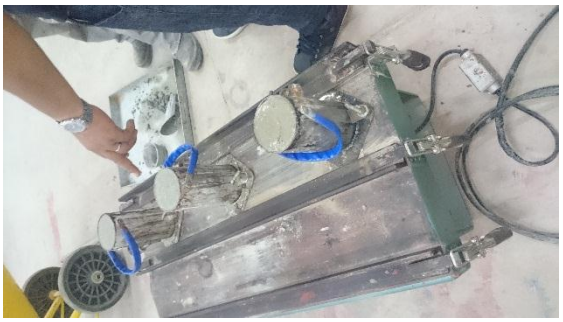
A mesa vibratória é um tipo de adensamento mecânico onde as formas são fixadas por cantoneiras metálicas presas à mesa, após a fixação das formas preenchidas de material, recomenda-se o adensamento até que se observe a superfície sem presença de erupções de bolhas de ar e compreendendo o preenchimento total da forma, por fim deve-se fazer o arrasamento e descanso de pelo menos 24 horas antes da desforma (Figuras 28 e 29).

Figura 28- Mesa vibratória do laboratório



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 29- Mesa vibratória em trabalho



Fonte: Acervo do Autor, 2016

O tanque de cura consiste em um tanque preenchido por água que atenda aos requisitos da ABNT NBR 5738 (2016) garantindo a cura úmida e que possa submergir por completo os corpos de prova. A norma preconiza que o liquido seja passivo em relação à degradação da mistura e favorável para a cura da mesma (Figuras 30 e 31).

Figura 30- Tanque de imersão



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 31- Tanque de imersão



Fonte: Acervo do Autor, 2016

A estufa tem a função de retirada do excesso de água nos corpos de prova ou agregados, dependendo de qual está sendo avaliado. A norma ABNT NBR 9778 (2009) recomenda que deva ser uma secagem à temperatura entre 110 e 100°C e resfriamento lento em uma temperatura em torno de 25°C (Figuras 32 e 33).

Figura 32- Estufa do laboratório



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 33- Estufa do laboratório



Fonte: Acervo do Autor, 2016

O resfriamento dos corpos de prova foi feio à temperatura ambiente, com temperatura aproximada exigida por norma. Tanto a cura quanto o resfriamento não necessitaram de um ambiente manipulado para que se atendesse aos requisitos normativos, já que a região em que foi feito o experimento colabora para esta decisão.

O presente trabalho teve alguns fatores significativos, onde os corpos de prova foram curados parcialmente ao ar livre enquanto os de 28 dias em especial foram curados imersos em água como recomenda a norma, esta não proíbe cura ao ar, porém exige que informe desta variável. A razão de tal feito foi a quantidade de corpos de prova produzido e a capacidade do laboratório, de atender a esta demanda de produção referente à 44 (quarenta e quatro) traços diferentes, onde foram produzidos cerca de 250 (duzentos e cinquenta) corpos de prova (FIGURAS 34 e 35).

Figura 34- Corpos de prova em cura ao ar



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 35- Corpos de prova em cura ao ar



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Um segundo fator significativo é de que o laboratório é ausente do equipamento para capeamento dos corpos de prova, e assim havendo eventuais diferenças significantes nos resultados de rompimento dos corpos de prova, acontecendo rompimentos de topo como descreve a ABNT NBR 5739 (2007). Tendo em vista o ocorrido, pôde-se observar discrepâncias quanto à resultados maiores em

dias inferiores em uma mesma mistura, por exemplo (Figuras 36 e 37). Em resultados de mesmo dia não se utilizou o desvio padrão para definir um resultado final, mas sim a mediana entre os resultados, afim de estabelecer uma resistência de parâmetro para o material em análise.

Figura 36- Corpos de prova rompidos



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 37- Rompimento com fratura de topo



Fonte: Acervo do Autor, 2016

9.6 Materiais

Os componentes envolvidos (FIGURA 38) como já mencionados, foram:

a) Aglomerante
b) Pedrisco
c) Areia
d) Água
e) Aditivos

Figura 38- Materiais envolvidos na produção do novo graute



Fonte: Acervo do Autor, 2016

O aglomerante produzido e comercializado na região é o cimento Portland CP II E 32 RS, de valor médio de 22,00 R$ (vinte e dois reais). O pedrisco proveniente da cidade de Morros, assim como a areia custaram por volta de 100,00 R$ (cem reais) cada, por metro cúbico. A água de origem conhecida não teve acréscimo, pois foi utilizada pelo reservatório cedido do contratante.

Os aditivos foram adquiridos inicialmente para análise de forma laboratorial, exceto o Sikament 175 adquirido pela empresa para iniciar os pilares não críticos como rege o projeto estrutural e de acordo com o calculista. O custo médio dos aditivos foram de 1000,00 R$ (mil reais) para o Celulose em pó por saco de 25 Kg, 1380,00 R$ (mil trezentos e oitenta reais) para o Bianco por tambor de 200 litros, 1400 R$ (mil e quatrocentos reais) para o Sikament 175 por tambor de 200 litros, e 1500 R$ (mil e quinhentos reais de Muraplast FK 101 por tambor de 240 litros.

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos saldos se deu em uma ordem lógica para obtenção dos melhores resultados finais possíveis, tanto nos comparativos de traços ao longo da evolução da pesquisa, quanto nos valores finais extraídos. Estes resultados foram analisados minuciosamente, apesar de o laboratório ser ausente do equipamento de capeamento para os corpos de prova, tendo assim eventuais variações significativas entre resultados de mesma mistura em mesma data e até mesmo em maiores valores em menos tempo de cura.

A evolução da pesquisa foi constituída em cinco etapas fundamentais para se chegar ao resultado definitivo e solucionar o caso. Inicialmente foi realizado um comparativo direto entre 25 traços de mistura para a obtenção da proporção mais favorável e econômica em relação à resistência (Apêndice A ao I). Em seguida, definido a proporção aglomerante por agregado pelo filtro anterior, adota-se um comparativo para analisar o melhor desempenho entre os 4 aditivos em análise (Apêndice I ao K). Definido os aditivos que melhor atenderam às especificações primordiais de projeto como resistência e abatimento, teve-se a preocupação quanto à proporção de aditivo na mistura, teste realizado de acordo com a proporção média e máxima estabelecida pelos fabricantes, avaliando além de abatimento e resistência, a absorção de água do concreto nestes casos (Apêndice L ao T). Por fim, através dos resultados entre o confronto de qualidades mais significativas do passo anterior, escolheu-se traço de graute fabricado no laboratório, promovendo a conferência dos resultados do produto industrializado ao novo produto elaborado em laboratório (Apêndice Q, R, U e V). Finalizando, de acordo com o traço e material escolhido, se estabeleceu os custos por volume de mistura para lançamento afim de atender ao projeto estrutural de acordo com as exigências do calculista e normas regulamentadoras.

10.1 Definição da proporção de aglomerante e agregado

Primeiramente, deve-se esclarecer e atentar ao fato já comentado de que o laboratório não possui do equipamento necessário para realizar o capeamento dos corpos de prova produzidos. Para o desenvolvimento inicial da definição do traço de melhor desempenho destacado ao final desta pesquisa, se definiu um “filtro” entre

traços consideravelmente semelhantes variando no teor de água em relação ao cimento entre 0,407 e 0,60, e proporções entre agregados de 70/30 e 60/40 (Apêndice A ao I).

Os traços numerados acompanhados de asterisco representam que estes compõem aditivo, tal que, de proporção igual para todos os traços com esta característica, os resultados destacados nas tabelas são referentes à marcação da proporção aprovada para a próxima etapa da pesquisa. Os rompimentos foram executados às idades de 7, 14 e 28 dias de acordo com os quadros apresentadas neste tópico:

Quadro 1- Traço 1 ao 6, 70/30

N° do Traço	TRAÇO	A/C	Tempo de Cura	Resistência MPA
1	1:2,25:1,05	0,50	7	17,4
			14	20,2
			29	17,7
2	1:2,1:0,90	0,50	7	19,4
			14	16,3
			29	17,5
3	1:1,75:0,75	0,50	7	13,9
			14	21,6
			29	21,1
4	1:2,1:0,90	0,465	7	18,3
			14	15,0
			29	25,3
5*	1:2,25:1,05	0,50	7	14,4
			14	17,8
			29	15,1
6	1:1,75:0,75	0,407	7	16,8
			14	18,3
			29	24,8

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Quadro 2- Traço 7 ao 12, 60/40

Resistência MPA	Tempo de Cura	A/C	TRAÇO	N° do Traço
13,4	7	0,50	1:1,98:1,32	7
20,0	14			
22,8	28			
19,6	7	0,50	1:1,80:1,20	8
22,6	14			
14,1	28			
20,9	7	0,50	1:1,50:1,00	9
18,5	14			
18,3	28			
18,7	7	0,465	1:1,80:1,20	11
26,0	14			
29,1	28			
17,3	7	0,50	1:1,98:1,32	10*
19,0	14			
24,7	28			
23,8	7	0,407	1:1,50:1,00	12
24,6	14			
26,7	28			

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Os quadros 1 e 2 estão paralelamente dispostas a fim de comparação direta, em que a cada linha o traço é igualmente proporcional em quantidade de aglomerante, agregado, água e aditivo, diferindo apenas na proporção entre agregados. Em análise dos resultados se observa primeiramente um fato curioso, em que existe resistências maiores em menos dias de cura, explicado de antemão, haja vista que não foi possível se fazer o capeamento dos corpos de prova antes do rompimento.

Em primeira vista comparativa entre tabelas, mesmo que sem uma precisão por conta do inconveniente, observou-se que a Lei de Abrams é obedecida. Ao reduzir o teor de água por cimento na mistura, a resistência foi se destacando, mas além da resistência existe a preocupação com a consistência para atender ao projeto, e esta é observada nesta primeira etapa de forma visual. Pôde se observar (Apêndice A ao I) que a consistência da mistura segue a Lei de Lyse, em que a fluidez obedece a

proporção de água em relação aos materiais secos para os mesmos compostos independentemente do traço.

Tendo em vista estas exclamações, foi definido como relevante os traços 3, 6, 9 e 12. Sendo assim os resultados relevantes tiveram como principal característica a resistência e consistência visual, os traços destacados são referentes à proporção que melhor se destaca ao fim desta etapa. Os melhores desempenhos obtidos foram de relação aglomerante e agregado, de 3,3 e 2,5 para estes traços em específico, porém a consistência deste primeiro a ser citado não fora favorável, visando que a resistência final de projeto é de 30 MPA, e para tal haverá necessidade de redução de água no composto.

Nos quadros 3 e 4 referentes aos traços 14 ao 25, tem o mesmo parâmetro de comparação que os quadros 1 e 2 em relação aglomerante por agregados, elevando apenas em 20% a quantidade de água em ambas, uniformemente em relação às primeiras amostras.

Quadro 3- Traçço 14 ao 19, 70/30

N° do Traço	TRAÇO	A/C	Tempo de Cura	Resistência MPA
14	1:2,25:1,05	0,60	7	14,1
			14	-
			28	17,9
15	1:2,10:0,90	0,60	7	12,9
			14	-
			28	18,0
16	1:1,75:0,75	0,60	7	16,1
			14	18,8
			28	20,7
17	1:2,25:1,05	0,60	7	11,3
			14	13,8
			28	19,2
18	1:2,1:0,90	0,558	7	16,1
			14	19,9
			28	21,9
19	1:1,75:0,75	0,488	7	17,4
			14	24,4
			28	27,3

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Quadro 4- Traço 20 ao 25, 60/40

Resistência MPA	Tempo de Cura	A/C	TRAÇO	N° do Traço
20,1	7	0,60	1:1,98:1,32	20
21,0	15			
16,0	28			
17,7	7	0,60	1:1,80:1,20	21
21,0	15			
19,6	28			
18,0	7	0,60	1:1,50:1,00	22
16,0	15			
14,6	28			
17,6	7	0,60	1:1,98:1,32	23
19,6	15			
15,3	28			
17,2	7	0,558	1:1,80:1,20	24
20,1	15			
15,7	28			
21,0	7	0,488	1:1,50:1,00	25
26,8	15			
23,1	28			

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Pôde-se observar com mais ênfase o resultado positivo para os resultados referentes à proporção aglomerante e agregado em 2,5 nos traços 16, 19, e 25. O resultado do traço 22 pode ser descartado, já que houve discrepância de resultados, tanto comparativo entre os demais, quanto em sua própria evolução de resistência por idade.

O fim deste filtro para obtenção da melhor proporção de aglomerante por agregado, se atentou apenas em caracterizar o comportamento do produto em seu estado fresco e endurecido. Observando tais resultados conclui-se que esta proporção é a ideal entre as mencionadas, de acordo com as características de consistência e resistência final necessária, ou seja, proporção de 2,5.

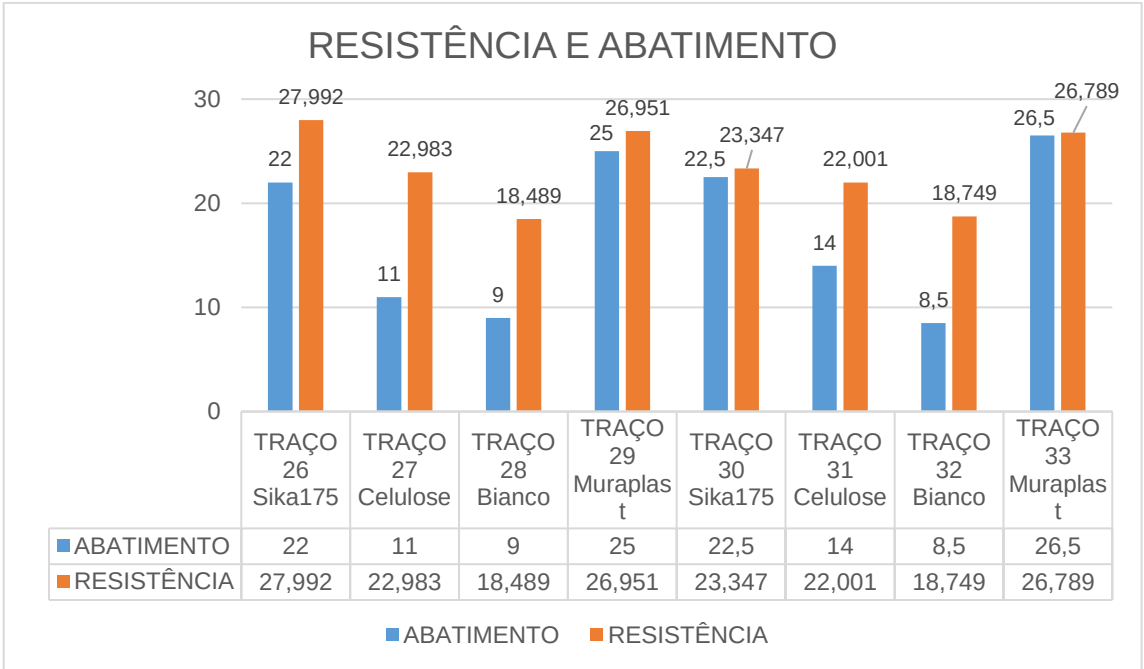
10.2 Escolha entre aditivos

Os aditivos tornam concretos convencionais em concretos especiais, modificadas para cada finalidade e projeto a ser atendido. No projeto proposto em questão, precisasse de um material que atenda ao preenchimento de uma cavidade de 4 a 6 centímetros em uma coluna de 2,40 metros sem que haja falhas na concretagem, ou grauteamento, tendo em vista que a característica do material produzido seja o graute, este devendo haver uma consistência de pelo menos 20 ± 3 cm de abatimento e elevada resistência.

Os aditivos selecionados e apresentados no gráfico 1 para tentar melhor atender à produção da nova mistura foram:

a) Sikament 175, de característica como plastificante (70/30, traço 26)
b) Celulose, de característica como redutor de retrações (70/30, traço 27)
c) Bianco, de característica impermeabilizante (70/30, traço 28)
d) Muraplast FK 101, de característica plastificante (70/30, traço 29)
e) Sikament 175, de característica como plastificante (60/40, traço 30)
f) Celulose, de característica como redutor de retrações (60/40, traço 31)
g) Bianco, de característica impermeabilizante (60/40, traço 32)
h) Muraplast FK 101, de característica plastificante (60/40, traço 33)

Gráfico 1- Resistência e abatimento traço 26 ao 33



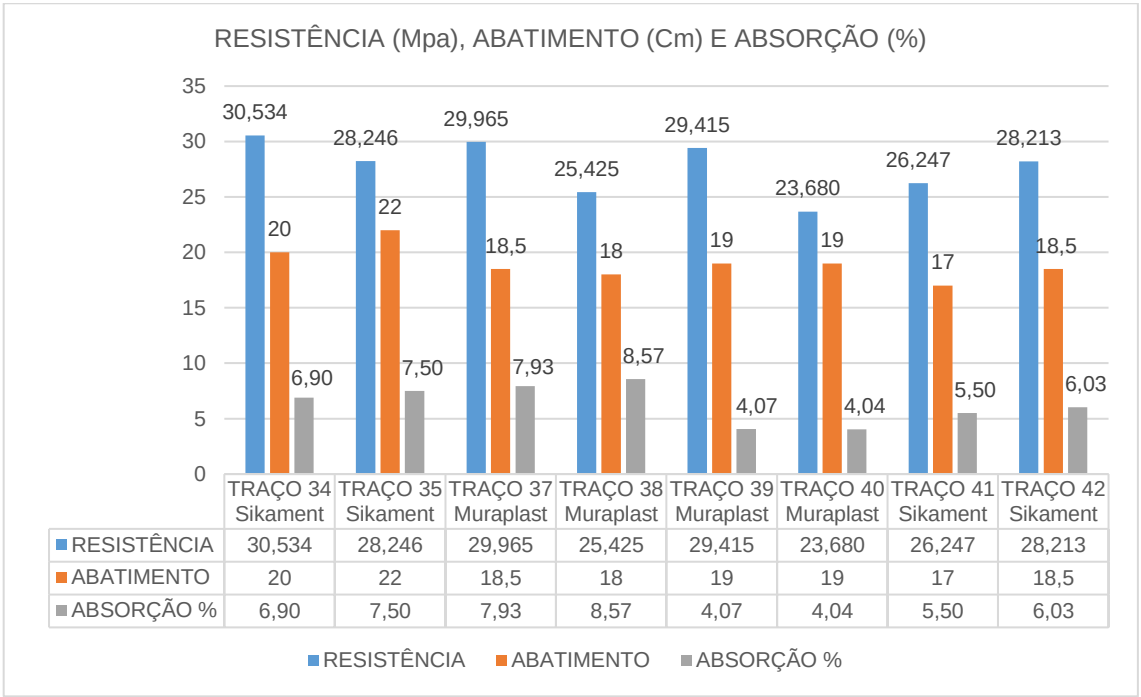
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Os resultados obtidos nesta etapa da evolução da pesquisa, foram satisfatórios apenas para os aditivos plastificantes, atentando que estes tiveram elevada fluidez e resistências significativamente elevadas (Apêndice I ao K). Os traços estão em sequência com proporção em relação aos agregados de 70/30 e 60/40, nesta ordem respectivamente. Os resultados do gráfico 1 mostra que o abatimento ficou acima de 200 milímetros, e bons resultados de resistência para estes grautes.

10.3 Proporção de aditivo nos traços filtrados

Definido pela etapa anterior, os aditivos plastificantes foram mais precisamente estudados nesta fase, apresentado pelo gráfico 2. Mantendo ainda as proporções 70/30 e 60/40 entre agregados, pedrisco e areia, o estudo atentou de diferir as proporções de quantidade de aditivo em relação ao aglomerante, mantendo a proporção imposta de 2,5 do primeiro filtro até aqui. A proporção adotada para cada aditivo foi de uma dosagem média e máxima estabelecida pelo fabricante de cada um em especifico (Anexo M ao P).

Gráfico 2- Resistência, abatimento e absorção, traço 34 ao 42



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Nesta etapa, por conta da ausência de capeamento, se tirou uma mediana referente aos 6 rompimentos na idade de 28 dias de cada ensaio citado acima para expressar o resultado indicado no gráfico (Apêndice L ao T). De acordo com o gráfico 2, além da qualidade de resistência e abatimento, se teve a preocupação de considerar a proporção de absorção de água dos ensaios, já que esta característica é diretamente proporcional à proteção das armaduras em peças armadas. Esta característica não está prevista ou imposta para concretos de fim estrutural, porém a ABNT NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação — Especificação e métodos de ensaio (2013), impões absorção máxima de 6 % para peças de concreto para pavimentos.

> A amostra de peças de concreto deve apresentar absorção de água com valor médio menor ou igual a 6 %, não sendo admitido nenhum valor individual maior do que 7 % (ABNT NBR 9781, 2013).

Com essa observação, apesar do traço 34 composto por Sikament 175 de dosagem média ter atingido a maior resistência dentre todas, a mistura escolhida foi a do traço 39 com dosagem máxima de Muraplast FK 101, que teve resistência praticamente semelhante, porém abaixa, mas em compensação sua absorção de água foi consideravelmente melhor, além do que, o fator de absorção do Sikament 175 é desfavorável até mesmo para pavimento de concreto como descrito pela norma ABNT NBR 9781 (2013). Os abatimentos de ambas foram favoráveis, atendendo às características ao qual um graute deve apresentar.

10.4 Definição do melhor produto

A última fase de produção do novo material é comparar o desempenho da melhor mistura definida etapa anterior, com o produto industrializado. O graute industrializado, assim como todas as demais amostras não passou por capeamento, havendo valores discrepantes em um dos resultados obtidos. Todos os rompimentos dos quadros 5 e 6 são aos 28 dias, e o gráfico 3 representa valores obtidos pela mediana destes resultados.

Quadro 5- Traço 39 e 40

N° do Traço	TRAÇO	Proporção Agregado	Tempo de Cura	Resistência MPA
39	1:1,75:0,75	70/30	28	28,194
39	1:1,75:0,75	70/30	28	23,122
39	1:1,75:0,75	70/30	28	29,316
39	1:1,75:0,75	70/30	28	30,059
39	1:1,75:0,75	70/30	28	33,200
39	1:1,75:0,75	70/30	28	29,514
40	1:1,50:1,00	60/40	28	21,979
40	1:1,50:1,00	60/40	28	21,876
40	1:1,50:1,00	60/40	28	25,222
40	1:1,50:1,00	60/40	28	31,949
40	1:1,50:1,00	60/40	28	23,678
40	1:1,50:1,00	60/40	28	23,681

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Quadro 6- Traço 43 e 44

Resistência MPA	Tempo de Cura	Proporção Agregado	TRAÇO	N° do Traço
18,757	28	70/30	?	43
27,201	28	70/30	?	43
26,947	28	70/30	?	43
27,734	28	70/30	?	43
30,327	28	70/30	?	43
38,812	28	70/30	?	43
34,829	28	0	?	44
31,839	28	0	?	44
36,653	28	0	?	44
28,959	28	0	?	44
33,976	28	0	?	44
36,767	28	0	?	44

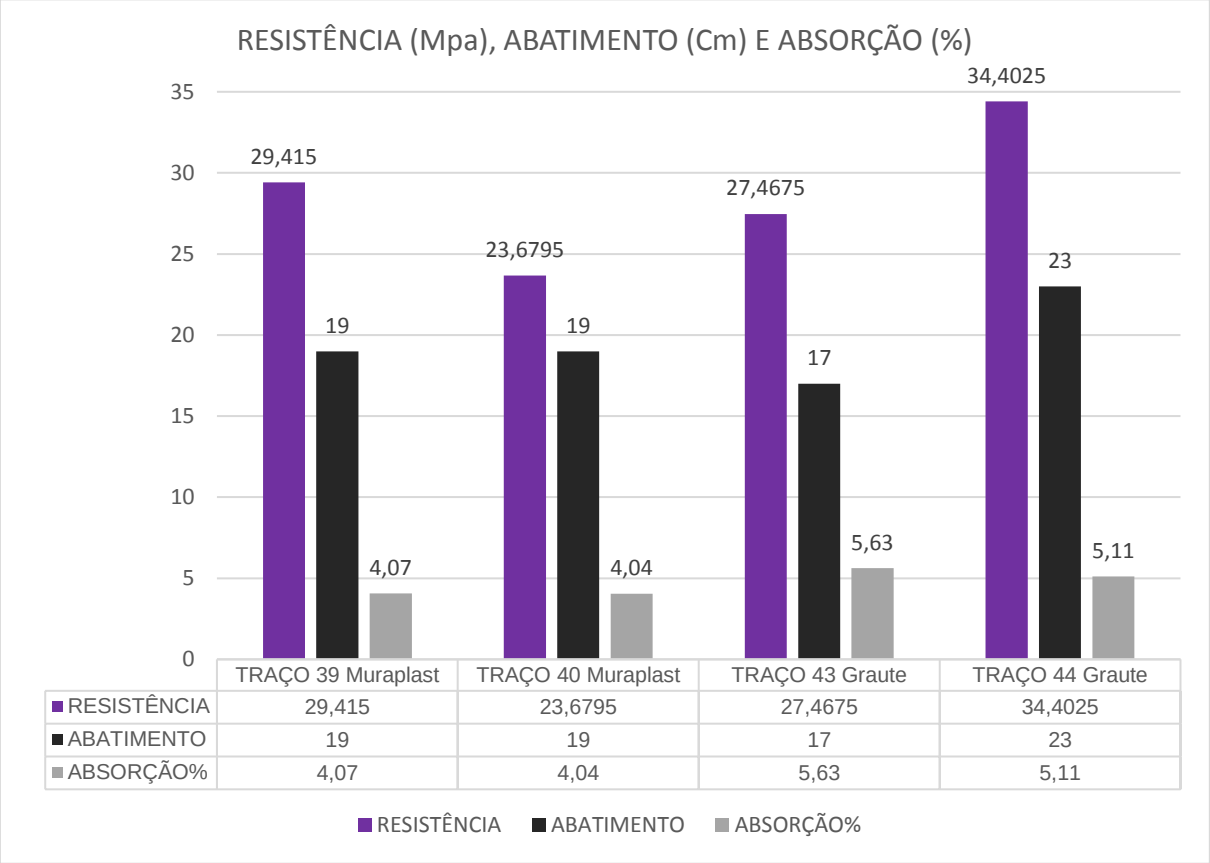
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Pôde-se observar que as resistências do traço 39, escolhido como de melhor resultado dentre os fabricados no laboratório, obteve resistências comparáveis ao industrializado, tomando em consideração através do quadro 5, nota-se que as resistências do traço 39 superam e tendem a superar os 30 MPA mesmo sem ter sido executado capeamento antes dos corpos de prova serem rompidos. O material do traço 43, produto industrializado com adição de agregados em 30%, necessitou exceder a demanda de água exigida pelo fabricante para que pudesse oferecer a consistência exigida em projeto, fato este que proporcionou para um menor rendimento em sua resistência.

Além do fato de a resistência do traço 39 tender à superar os 30MPA, a mediana de valor 29,415 MPA está dentro da margem estabelecida pela norma ABNT NBR 6118 (2014), que permite uma margem de variação em 5% da resistência de projeto.

Referente ao material industrializado, apesar de melhor resistência atingindo uma mediana de 34,4 MPA, além do necessário prescrito para o caso, tivera um resultado inferior em relação ao requisito absorção de água. Tendo em vista a necessidade de proteção, durabilidade e integridade da peça e armadura, o melhor material definido foi o fabricado no laboratório. Excedendo as expectativas, o material produzido foi considerado mais eficiente que o industrializado, utilizado nesta pesquisa (Gráfico 3).

Gráfico 3- Resistência, abatimento e absorção, traço 39 ao 44



Fonte: Elaborado pelo Autor

10.5 Análise dos componentes da mistura

Para o desenvolvimento de quantitativos de material, há a necessidade de caracterizar os agregados da fabricação do novo graute, obedecendo a ABNT NBR NM 248 (2003) para que se tenha ciência do comportamento que estes promoveram para o resultado da mistura no estado fresco e endurecido.

A determinação da composição granulométrica dos agregados miúdos, areia e pedrisco, foi realizada de acordo com a ABNT NBR NM 248 (2003). Confeccionando a secagem das amostras em estufa à 100°C, seguido do procedimento de peneiramento.

Devidamente secos, os materiais foram para pesagem, foi definido como peso de amostra a quantia de 2000 gramas, onde será peneirado em uma série de peneiras especificas de diâmetros diferentes e gradualmente menores em relação do seu topo à base como mostra as figuras 39 e 40.

Figura 39- Ensaio de granulometria do pedrisco



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 40- Ensaio de granulometria da areia



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Montadas em um equipamento com uma placa vibratória, onde ao colocar a quantia de amostra na peneira de topo, este processo irá reter material com forme seu diâmetro de grãos, de acordo com a abertura de cada peneira (FIGURAS 41 e 42).

Figura 41- Peneiras posicionadas, 9,5 à 0,075 mm



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 42- Equipamento de ensaio de granulometria



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Os resultados do ensaio de granulometria se colhe através da análise de massa retida das amostras de cada peneira, devendo cada uma pesada e anotada, repetindo este procedimento para todas as peneiras. As peneiras foram dispostas como descrito em norma e seus resultados foram de acordo com as tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1- Análise granulométrica do pedrisco

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO PEDRISCO			
PENEIRA (mm)	Pedrisco (g)	Resultados	
		% Retida	% Acumulada
9,5	7	0,35	0,35
6,3	105	5,25	5,60
4,75	182	9,10	14,70
2,36	605	30,25	44,95
1,18	408	20,40	65,35
0,6	258	12,90	78,25
0,3	171	8,55	86,80
0,15	112	5,60	92,40
0,075	72	3,60	96,00
FUNDO	80	4,00	100,00
Total	2000	100,00	
Diâmetro Máximo	2,36 mm	Classificação: Pó de Brita	
Módulo de Finura	5,844		

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

> Dimensão máxima característica é a grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. E módulo de finura é a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100. (ABNT NBR NM 248 (2003).

Tabela 2- Análise granulométrica da areia

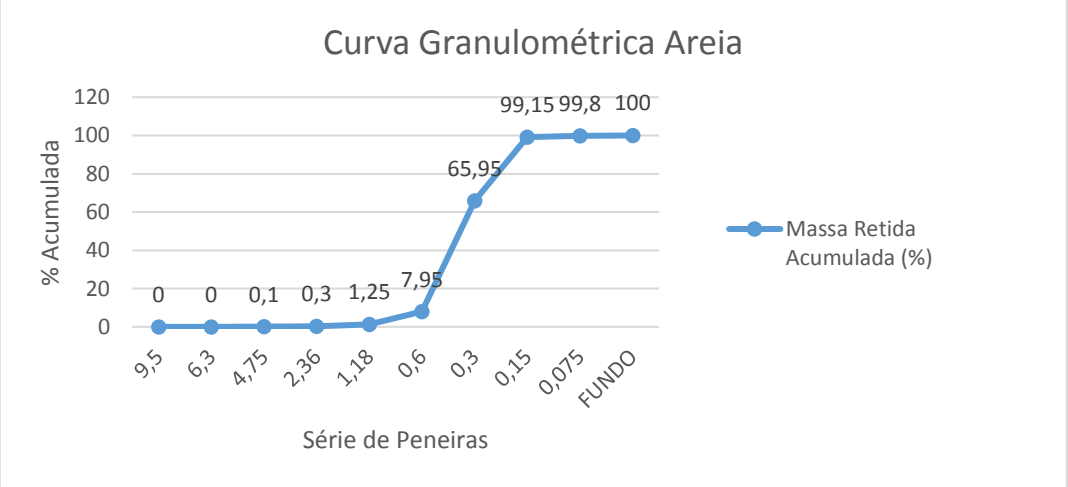
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA AREIA			
PENEIRA (mm)	Areia (g)	Resultados	
		% Retida	% Acumulada
9,5	0	0,00	0,00
6,3	0	0,00	0,00
4,75	2	0,10	0,10
2,36	4	0,20	0,30
1,18	19	0,95	1,25

0,6	134	6,70	7,95
0,3	1160	58,00	65,95
0,15	664	33,20	99,15
0,075	13	0,65	99,80
FUNDO	4	0,20	100,00
Total	2000	100,0	
Diâmetro Máximo	0,3 mm	Classificação: Areia média	
Módulo de Finura	3,745		

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

As tabelas apresentam os resultados dos agregados utilizados na produção do graute fabricado no laboratório, pôde-se observar uma boa distribuição granulométrica, melhor visualizada pelos gráficos 4 e 5.

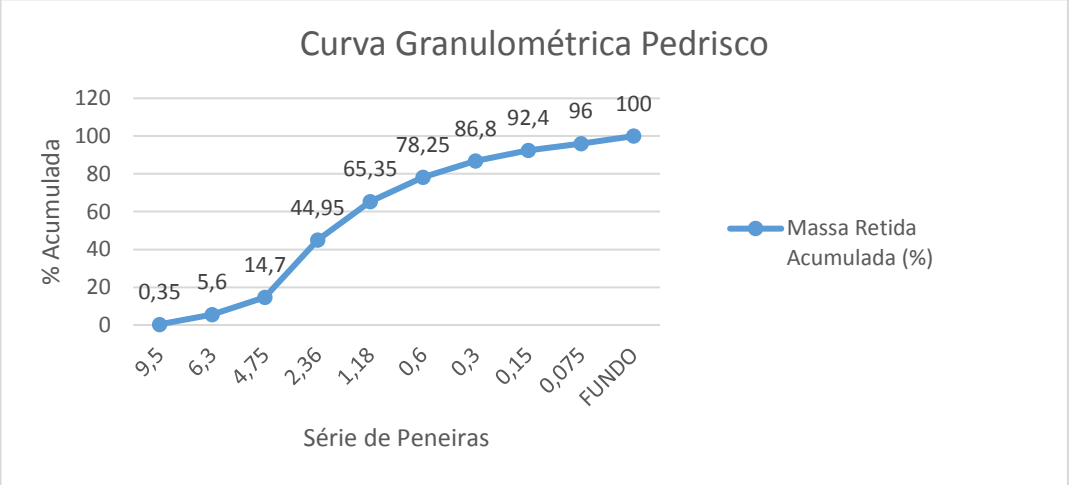
Gráfico 4- Curva granulométrica da areia



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

A realização do ensaio de granulometria se deu para a obtenção da distribuição granulométrica dos agregados, areia e pedrisco, em ensaio de 2 Kg de amostra, cada. O procedimento indica a quantidade em massa retida por abertura de malha, proporção de material acumulado a cada peneira em relação ao total ensaiado. Os resultados analisados mostraram um conjunto favorável para a produção do novo graute, pois é notado uma boa distribuição granulométrica entre os dois resultados, como exibido nos gráficos 4 e 5 para melhor visualização.

Gráfico 5- Curva granulométrica pedrisco



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Conforme a tabela 1, os percentuais das massas retida nas peneiras foi classificado como pó de brita, tendo seu módulo de finura de 5,844 e diâmetro máximo de 2,36 mm. Os resultados da tabela 2 apresentaram a areia como média, tendo módulo de finura em 3,745 e diâmetro máximo de 0,3 mm, estes valores de acordo com a ABNT NBR NM 248 (2003).

Por meio do ensaio de distribuição granulométrica dos agregados, foi possível explicar o ótimo desempenho do novo graute produzido no laboratório. Sua distribuição granulométrica é propícia para tal comportamento, apresentando uma variância gradualmente favorável. O teor de finos na variação do pedrisco utilizado, prova quanto ao desempenho impermeabilizante referente a capacidade de absorção de água superior ao composto industrializado.

10.6 Custos

Inicialmente, após definir as necessidades da recuperação estrutural de acordo com o projeto elaborado pelo calculista, se teve a preocupação em atender às necessidades do contratante em relação ao custo de execução da obra, com o objetivo de reduzir os gastos, ouve a proposta de fabricação de um novo material que atendesse ao projeto e normas vigentes.

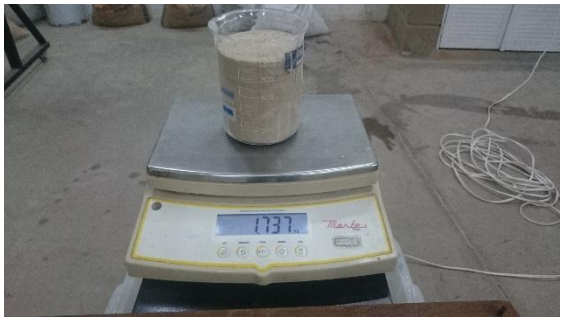
Esta estratégia foi logicamente premeditada, pois o risco da obra para a empresa era o possível aparecimento de novos pilares de níveis C ou D abaixo da

capa de reboco, que se encontrava nos mesmos devido à tentativa frustrada que tivera acontecido anteriormente. Tendo em vista estes fatos, a busca pela produção do novo graute fabricado com os materiais comercializados na região, pôde efetivamente atender quanto ao custo x benefício para execução desta recuperação estrutural.

Os custos englobam todos os valores possíveis para comparação entre o produto industrializado puro, industrializado com adição de 30% em peso de agregado, e o novo produto fabricado no laboratório. Tendo em vista que, tanto o produto fabricado no laboratório quanto o industrializado, atendem ao projeto e características impostas pelo projetista. Para o levantamento de custos, adota-se que o comparativo entre os materiais, considera que os custos operacionais, de estocagem e despesas de produção, sejam os mesmos pelo fato desta variável se apresentar mínima devido as condições do canteiro de obras.

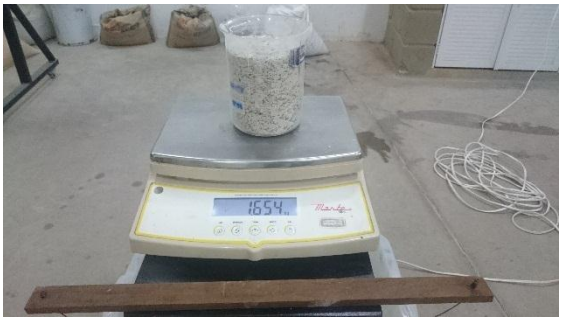
Para calcular o consumo dos materiais vendidos em volume em relação ao traço fabricado em peso, obteve-se o ensaio de densidade apresentado pelas figuras 43 e 44:

Figura 43- Ensaio de densidade areia



Fonte: Acervo do Autor, 2016

Figura 44- Ensaio de densidade do pedrisco



Fonte: Acervo do Autor, 2016

O custo destes materiais são comercialmente mensurados em volume, sendo ele 100,00 R$ o metro cúbico, cada. Através do ensaio representado pelas figuras 43 e 44, pôde-se notar a massa de 1,737 e 1,654 quilogramas para a areia e pedrisco, nesta ordem respectivamente, em um volume de 1 litro.

Logo, 1 metro cúbico é equivalente à 1000 litros, e assim o metro cúbico de cada material pesa 1737 e 1654 quilogramas. Sabendo que a carga de compra dos agregados foi em caminhões de 12 metros cúbicos, os carregamentos apresentaram pesos de valores iguais à 20,844 e 19,848 toneladas, cada. O aditivo como descreve sua ficha técnica, apresenta uma densidade de 1,2 g/cm³ (Anexo O e P).

Os materiais referentes à produção das misturas estão mencionados na tabela 3, a fim de caracterizar o custo de produção:

Tabela 3- Custos dos materiais

CUSTOS VARIÁVEIS (R$)				
ÍTEM	UNID.	QUANT.	VALOR R$	VALOR UNIT. R$
Produto Industrializado	Kg	25	32,40	1,30
Aglomerante CP II E 32 RS	Kg	50	22,00	0,44
Pedrisco	Kg	19848	1200,00	0,06
Areia	Kg	20844	1200,00	0,06
Muraplast FK 101	Kg	288	1500	5,21

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Os custos supracitados, são referentes aos produtos comercializados na região, variam de acordo com a demanda, quanto maior quantidade melhor será o preço. É notável que o custo do material industrializado é bem mais oneroso, mesmo antes de otimizar a composição do custo do material produzido no laboratório.

As densidades dos materiais produzidos podem ser relacionadas aos pesos dos corpos de provas produzidos nos ensaios em relação ao volume dos mesmos, melhor esclarecido pela equação abaixo:

$$V = \pi * r^2 * H$$
$$V = \pi * 5^2 * 20 \qquad (10.1)$$
$$V = 1570{,}8 \text{ cm}^3$$

A densidade é resultado da divisão da massa pelo volume, onde cada valor de massa estabelecida será por meio da mediana de cada conjunto de corpos de prova, referente a cada material, como descrito pela tabela 4.

Tabela 4- Peso por metro cúbico de material seco lançado

PESO POR METRO CÚBICO DE MATERIAL SECO				
TRAÇO	PESO g	VOLUME cm³	DENSIDADE g/cm³	Kg/m³
39, graute produzido em laboratório	3380	1570,80	2,15	2150
43, graute industrializado com 30% de agregado	3450	1570,80	2,20	2200

44, graute industrializado puro	3520	1570,80	2,24	2240

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Por meio dos resultados obtidos na tabela 4, pôde-se arbitrar o custo referente à cada material para um volume de 1 metro cúbico de mistura lançada. A tabela 5 apresenta os custos unitários encontrados na tabela 3 juntamente com a demanda de material imposta pela tabela 4, chegando aos saldos individuais para o lançamento de cada material em uma mesma quantidade de volume.

Tabela 5- Custo total de cada material seco para 1 metro cúbico lançado

CUSTO POR METRO CÚBICO DE MATERIAL SECO				
TRAÇO	MATERIAIS		VALOR UNITÁRIO	VALOR R$
	Descrição	Kg		
39 - (1 : 1,75 : 0,75 : 0,45) 1,00 % aditivo Para 2150 Kg = 1 m³	Cimento	542,93	0,44	238,89
	Pedrisco	950,13	0,06	57,01
	Areia	407,20	0,06	24,43
	Água	244,32	0,00	0,00
	Aditivo	5,43	5,21	28,29
			TOTAL:	348,62

TRAÇO	MATERIAIS		VALOR UNITÁRIO	VALOR R$
	Descrição	Kg		
43 - (1 : 0,21 : 0,09 : 0,1325) Para 2200 Kg = 1 m³	Prod. Industrializado	1535,77	1,30	1996,50
	Pedrisco	322,51	0,06	19,35
	Areia	138,22	0,06	8,29
	Água	203,49	0,00	0,00
			TOTAL:	2024,14

TRAÇO	MATERIAIS		VALOR UNITÁRIO	VALOR R$
	Descrição	Kg		
44 - (1 : 0,10) Para 2240 Kg = 1 m³	Prod. Industrializado	2036,36	1,30	2647,27
	Água	203,64	0,00	0,00
			TOTAL:	2647,27

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

A tabela 5 apresenta o resultado positivo deste trabalho, confirmando a economia pela opção da fabricação do novo graute produzido através do laboratório, obtendo uma economia em material em volta de 760% para uma mesma demanda em volume lançado, em relação ao produto puro industrializado.

A recuperação dos pilares tem como layout o Anexo E, onde exige o acréscimo de 60 milímetros de contorno em cobrimento, e fôrmas de 240 centímetros de altura. Tomando em nota o pilar especificado, em que sua seção original era de 23x30 cm, este deverá atender ao projeto em resultado acabado contendo as dimensões de 35x42 cm, necessitando de um volume com valor de 0,19 m³ em material para preenchimento.

A economia em apenas 1 pilar, este nível D do bloco A por exemplo, será de 436,76 R$ como descrito pela tabela 6 abaixo:

Tabela 6- Custo para atender ao preenchimento do Pilar D do Prédio A

CUSTO DE MATERIAL PARA PREENCHER 0,19 METROS CÚBICOS				
TRAÇO	MATERIAIS		VALOR UNITÁRIO	VALOR R$
	Descrição	Kg		
39 - (1 : 1,75 : 0,75 : 0,45) 1,00 % aditivo Para 408,50 Kg = 0,19 m³	Cimento	103,16	0,44	45,39
	Pedrisco	180,53	0,06	10,82
	Areia	77,37	0,06	4,64
	Água	46,42	0,00	0,00
	Aditivo	1,03	5,21	5,37
			TOTAL:	66,22

TRAÇO	MATERIAIS		VALOR UNITÁRIO	VALOR R$
	Descrição	Kg		
44 - (1 : 0,10) Para 425,60 Kg = 0,19 m³	Prod. Industrializado	386,91	1,30	502,98
	Água	38,69	0,00	0,00
			TOTAL:	502,98

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016

Esta redução de custos é mais significativa de acordo com o aumento da seção do pilar a ser preenchido, pois cada área de seção é diretamente proporcional

à quantidade de volume a ser preenchido, sabendo que o pé direito de todos os pilares é o mesmo. Tendo em vista que o pilar P1 do Prédio A (Anexo A), é o de menor área, a economia não seria exatamente de 436,76 R$ nos 126 pilares do conjunto, um total 55.031,76 R$, mas sim um montante ainda mais significativo, pelo fato da variação de seção entre todos os pilares.

11 CONCLUSÃO

A tecnologia dos materiais ainda está sendo desenvolvida na indústria da construção civil, e continuará sendo, para atender às necessidades de acordo com a evolução construtiva e redução de custos. O produto caracterizado como graute exige características funcionais desafiadoras em comparação ao concreto convencional, se exige alta resistência e fluidez em um composto apenas de agregados miúdos.

Quanto mais agregados miúdos maior a área de contato dos grãos, consequentemente consumindo maior quantidade de água em relação ao mesmo peso de agregados graúdos para manter consistências equiparáveis em um mesmo traço. Obrigando assim, à necessidade de adição de mais água na mistura de agregados com diâmetro menor para se manter em boa fluidez, este traço tenderá consequentemente a possuir resultados menores de resistência por conta do acréscimo de água na mistura.

A solução de engenharia proposta neste trabalho, originou a oportunidade de o contratante executar a recuperação estrutural com economia e principalmente qualidade, onde a empresa teve a preocupação em realizar o grauteamento com material produzido em laboratório, reforçando todos os pilares do pavimento térreo do condomínio. Tal preocupação se deu ao fato de que, além da proteção extra aos pilares que a priori não necessitavam de reforço, estes iriam ficar visualmente disformes em relação ao todo.

O desenvolvimento do resultado final teve base de origem empírica, respeitando todas as normas vigentes e aplicando um método próprio, filtrando os resultados em níveis de importância para cada etapa. Em primeiro momento houve a necessidade de atingir boa resistência, sem esquecer da necessidade que haveria em atender boa trabalhabilidade. Em seguida, definido a proporção aglomerante e quantidade de agregados, se teve a atenção de escolher dentre os aditivos em posse da empresa. Na terceira etapa houve a atenção quanto à proporção de aditivo na mistura, devendo atender características de elevada resistência, consistência fluida e baixa absorção de água.

O resultado final se deu entre a melhor mistura fabricada, em um comparativo de mesmas exigências da etapa anterior, neste caso em relação ao produto industrializado, que por fim esta primeira veio a impressionar. A eficiência do novo graute em relação ao industrializado, obteve resistências equiparáveis e

aceitáveis pela ABNT NBR 6118 (2014) para classes de agressividade forte requerendo 30 MPA, e melhor eficiência em durabilidade que este segundo material, referente à baixa absorção de água.

A eficiência em destaque do novo graute é literalmente em relação da empregabilidade em conjunto dos dois agregados miúdos, onde estes em conjunto proporcionaram uma ótima distribuição granulométrica a fim de resultarem em uma boa compacidade para a mistura. Tais características atingiram resultados além do esperado, mostrando o quão importante é a contribuição dos agregados da mistura.

Ambos os materiais atendem ao projeto exigido, porém os custos são significativamente distintos entre o produto confeccionado e o industrializado. Tendo em vista que os custos de mão de obra e operacional são os mesmos para a confecção de ambas as misturas no canteiro, diferindo apenas o produto utilizado, houve a intenção de propor a solução de engenharia produzindo um material equiparável em relação ao industrializado, e eficaz quanto à vigência das normas regulamentadoras em função do meio agressivo local.

Concluiu-se que, a elaboração do novo composto propôs uma economia considerável, obtendo uma redução impressionante de 760% do saldo entre os dois produtos beneficiando tanto o contratado, quanto ao contratante. Este abatimento assegura a empresa quanto aos possíveis riscos de necessitar da utilização do material industrializado em pilares de alto nível de degradação, identificados após o início da recuperação, sem que estes estivessem previamente no contrato. Tendo também como beneficiário o contratante, ao acertar um valor mais justo e de ótima qualidade, pela proposta de executar reforço em todos os pilares, como proposto pela empresa.

Este trabalho tem a contribuir para uma pesquisa contínua, atentando para a mesma lógica do resultado positivo referente ao agregado, propõe-se futuramente a aprofundar estudos na utilização de outros tipos de aglomerante e combinações de aditivos, além de resultados de ensaios mais específicos relacionados ao comportamento do material, tanto no estado fresco quanto endurecido.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **BT-106:** Guia básico de utilização do cimento Portland. 7 ed. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:** Concreto: procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de janeiro, 2016. p. 6.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739:** Concreto: ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007. p. 9.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:** Projeto de Estruturas de Concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. p. 238.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211:** Agregados para concretos: especificação. Rio de Janeiro, 2009a. p. 9.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 8522**: Concreto: Determinação do módulo estático de elasticidade. Rio de Janeiro. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos: Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro. 2005. Versão Corrigida 2:2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779:** Argamassa e concreto endurecido: determinação da absorção da água por capilaridade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012b. p. 3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação: Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935**: Agregados: Terminologia. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10342:** Concreto: perda de abatimento: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012a. p. 2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento de Portland composto: Especificação. Rio de Janeiro. 1991. Versão Corrigida:1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland: Requisitos. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland: Preparo, controle, recebimento e aceitação, procedimento. Rio de Janeiro. 2015. Versão Corrigida: 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3**: Componentes cerâmicos parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação. Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-1:** Alvenaria estrutural: blocos cerâmicos: parte 1: projetos. Rio de Janeiro, 2010b. p. 41.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-2**: Alvenaria estrutural: Blocos cerâmicos parte 2. Execução e controle de obras. Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16961-1**: Alvenaria estrutural. Blocos de concreto Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 26**: Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 45:** Agregados: determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006. p. 8.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 52:** Agregado miúdo: determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009b. p. 6.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 53:** Agregado graúdo: determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009c. p. 8.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro. 1998.

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

ANDRADE, Jairo José de Oliveira. **Vida útil das estruturas de concreto:** Ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

ANDRADE, Maria del Carmem. **Manual para diagnósticos de obras deterioradas por corrosão de armaduras.** São Paulo: Pini, 1992.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5. ed., V. 1 e 2. Editora Livros Técnicos e Científicos Ltda, 2005.

CABRAL, Antônio Eduardo; CARVALHO, Dácio; SILVEIRA, Marcelo; MARTINS, Helder. **Manual de Fundamentos do Projeto Estrutural.** SINDUSCON. Ceará, 2009.

CUNHA, E. H. **Análise experimental do comportamento de prismas grauteados em alvenaria estrutural**. 2001. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1993.

Dórea, Sandra Carla Lima. **Qualidade da produção de estruturas de concreto armado para edifícios.** Escola de engenharia de São Carlos: Universidade de São Paulo, 1998.

Eisinger, M. B., Lima, M. G. **Metodologia para inspeção de estruturas de concreto armado** – um estado de arte. In Congresso Internacional sobre o comportamento de estruturas danificadas – Damstruc, 2, 2000**.** Rio de Janeiro. CD-ROM. Niterói: [s.e], 2000.

FERREIRA, Rui Miguel. **Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão**. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000.

GOMES, N.S. (1983). **A resistência das paredes de alvenaria**. São Paulo. 190p. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 1994. p. 213.

IBRACON. Concreto Ciência e Tecnologia - Geraldo Cechella Isaia. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland** (Editor) - 2011. cap12

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.** 2008. Monografia (especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

LIMA, J.M; PACHA, J. **Patologias das estruturas de concreto**. *Sl*. 2008. Disponível em: < http://patologiaestrutura.vilabol.uol.com.br/relatos.htm>.Acesso em 28 jul. 2009.

LOTURCO, Bruno. **Não é concreto nem argamassa**. Pini Web Destaques. ed. 107. fev. 2006. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/107/artigo285013-1.aspx>. Acesso em: 14 jul. 2016.

LYSE, Inge. **Tests on consistency and strength of concrete having constant water content**. American Society for Testing and Materials, Proc., v. 32, part 2, p.629-36, dec. 1932

MEHTA, K., P. Monteiro. "**O concreto, estrutura, propriedades e materiais**", IMCYC, México, (1998)

NEVILLE, A.M; BROOKS, J.J. **Tecnologia do Concreto**. 2ª Ed. Sl. 2013.

OLIVEIRA. H.M. Cimento Portland. In: BAUER, L.F.A (Org). **Materiais de Construção I**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

O que é graute? Geofoco Brasil. jun. 2014. Disponível em: < http://geofoco.com.br/o-que-e-graute-anchorgrout/>. Acesso em: 14 nov. 2016.

PANNONI, Fábio Domingos. **MANUAL GERDAL.** 6 EDIÇÃO. Sl. 2015. Disponível em: < https://www.gerdau.com/br/pt/productsservices/products/Document %20Gallery/manual-protecao-de-estruturas.pdf >

PETRUCCI, E. G. R. Concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro: Globo, 2005.

RAMALHO, Márcio. A.; CORRÊA, Márcio. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2003. p. 174.

Recuperação Estrutural. Pini Web Projetos. Ed. 84. mar. 2004. Disponível em: <http://www.techne.pini.com.br/engenharia-civil/84/artigo286279-1.aspx>. Acesso em: 24 ago. 2016.

RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc da Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de construção civil.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto armado.** São Paulo: Editora Pini, 1998.

TECHNE EDUCAÇÃO, **Projetos, Recuperação estrutural** <www.techne.pini.com.br/engenharia-civil/84/artigo286279-1.aspx>

TULA, Leonel; OLIVEIRA, Paulo Sérgio Ferreira; OLIVIERA, Roberto R. de; **Grautes.** Pini Web Notícias. out. 2002. Disponível em: <ttp://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/grautes-80711-1.aspx>. Acesso em: 14 jul. 2016.

_____. **Grautes.** Téchne. Disponível em: <http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-000122006526123748.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2016.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de; CARRIERI JÚNIOR, Renato. **A escola brasileira do concreto armado**. São Paulo: Axis Mundi, 2005. p. 207.

Watanab, Paula Sumie**. CONCRETOS ESPECIAIS – PROPRIEDADES,MATERIAIS E APLICAÇÕES**. 2008

APÊNDICE

APÊNDICE – A – Informações e resultados, traços 1, 2 e 3

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
1	11.08	18.08	7	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,50	-	3,31	17,414	0,1163	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 5/30 (Visualmente)
1	11.08	25.08	14	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,50	-	3,33	20,221	0,1163	70x30%	
1	11.08	09.09	29	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,50	-	3,30	17,716	0,1163	70x30%	
2	11.08	18.08	7	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,50	-	3,32	19,378	0,125	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 6/30 (Visualmente)
2	11.08	25.08	14	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,50	-	3,31	16,260	0,125	70x30%	
2	11.08	09.09	29	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,50	-	3,31	17,462	0,125	70x30%	
3	11.08	18.08	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	-	3,26	13,854	0,1428	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
3	11.08	25.08	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	-	3,28	21,644	0,1428	70x30%	
3	11.08	09.09	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	-	3,26	21,063	0,1428	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – B – Informações e resultados, traços 4, 5 e 6

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
4	11.08	18.08	7	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,465	-	3,35	18,312	0,1163	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 5/30 (Visualmente)
4	11.08	25.08	14	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,465	-	3,34	14,994	0,1163	70x30%	
4	11.08	09.09	29	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,465	-	3,34	25,267	0,1163	70x30%	
5	11.08	18.08	7	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,5	-	3,20	14,366	0,1163	70x30%	Produzido 3 CPs. 3g Celulose, 0,1% (+) 13g Sikament 175, 0,475% Grau de consistência: 5/30 (Visualmente)
5	11.08	25.08	14	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,5	-	3,19	17,756	0,1163	70x30%	
5	11.08	09.09	29	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,5	-	3,21	15,075	0,1163	70x30%	
6	11.08	18.08	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,407	-	3,36	16,789	0,1163	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 5/30 (Visualmente)
6	11.08	25.08	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,407	-	3,37	18,264	0,1163	70x30%	
6	11.08	09.09	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,407	-	3,37	24,847	0,1163	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – C – Informações e resultados, traços 7, 8 e 9

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
7	16.08	23.08	7	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,50	-	3,30	13,373	0,1163	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 5/30 (Visualmente)
7	16.08	30.08	14	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,50	-	3,33	20,004	0,1163	60x40%	
7	16.08	13.09	28	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,50	-	3,35	22,766	0,1163	60x40%	
8	16.08	23.08	7	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,50	-	3,32	19,584	0,125	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 6/30 (Visualmente)
8	16.08	30.08	14	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,50	-	3,34	22,585	0,125	60x40%	
8	16.08	13.09	28	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,50	-	3,35	14,149	0,125	60x40%	
9	16.08	23.08	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	-	3,34	20,908	0,1428	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
9	16.08	30.08	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	-	3,31	18,481	0,1428	60x40%	
9	16.08	13.09	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	-	3,32	18,323	0,1428	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – D – Informações e resultados, traços 10, 11 e 12

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
10	16.08	23.08	7	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,50	-	3,16	17,304	0,1163	60x40%	Produzido 3 CPs. 3g Celulose, 0,1% (+) 13g Sikament 175, 0,475% Grau de consistência: 5/30 (Visualmente)
10	16.08	30.08	14	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,50	-	3,18	19,036	0,1163	60x40%	
10	16.08	13.09	28	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,50	-	3,17	24,693	0,1163	60x40%	
11	16.08	23.08	7	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,465	-	3,36	18,691	0,1163	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 5/30 (Visualmente)
11	16.08	30.08	14	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,465	-	3,38	26,043	0,1163	60x40%	
11	16.08	13.09	28	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,465	-	3,38	29,139	0,1163	60x40%	
12	16.08	23.08	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,407	-	3,35	23,817	0,1163	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 5/30 (Visualmente)
12	16.08	30.08	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,407	-	3,37	24,649	0,1163	60x40%	
12	16.08	13.09	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,407	-	3,39	26,716	0,1163	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – E – Informações e resultados, traços 13, 14 e 15

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
13	16.08	23.08	7	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,70	-	3,21	13,586	0,1628	70x30%	Produzido 2 CPs. Grau de consistência aproximado: 10/30 (Visualmente)
13	16.08	30.08	14	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,70	-	-	-	-	70x30%	
13	16.08	13.09	28	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,70	-	3,25	17,576	0,1628	70x30%	
14	17.08	24.08	7	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,60	-	3,33	14,104	0,1395	70x30%	Produzido 2 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
14	17.08	31.08	14	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,60	-	-	-	-	70x30%	
14	17.08	14.09	28	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,60	-	3,36	17,915	0,1395	70x30%	
15	17.08	24.08	7	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,60	-	3,30	12,924	0,15	70x30%	Produzido 2 CPs. Grau de consistência aproximado: 9/30 (Visualmente)
15	17.08	31.08	14	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,60	-	-	-	-	70x30%	
15	17.08	14.09	28	1 : 3,0	1:2,10:0,90	0,60	-	3,32	18,010	0,15	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – F – Informações e resultados, traços 16, 17 e 18

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
16	17.08	24.08	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,60	-	3,2	16,142	0,1714	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 12/30 (Visualmente)
16	17.08	31.08	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,60	-	3,22	18,801	0,1714	70x30%	
16	17.08	14.09	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,60	-	3,23	20,658	0,1714	70x30%	
17	17.08	24.08	7	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,60	-	3,11	11,265	0,1395	70x30%	Produzido 3 CPs. 3g Celulose, 0,1% (+) 13g Sikament 175, 0,475% Grau de consistência: 8/30 (Visualmente)
17	17.08	31.08	14	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,60	-	3,1	13,832	0,1395	70x30%	
17	17.08	14.09	28	1 : 3,3	1:2,25:1,05	0,60	-	3,12	19,169	0,1395	70x30%	
18	17.08	24.08	7	1 : 3,0	1:2,1:0,90	0,558	-	3,24	16,087	0,1395	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
18	17.08	31.08	14	1 : 3,0	1:2,1:0,90	0,558	-	3,26	19,904	0,1395	70x30%	
18	17.08	14.09	28	1 : 3,0	1:2,1:0,90	0,558	-	3,27	21,857	0,1395	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – G – Informações e resultados, traços 19, 20 e 21

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
19	17.08	24.08	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,488	-	3,25	17,403	0,1395	70x30%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
19	17.08	31.08	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,488	-	3,28	24,362	0,1395	70x30%	
19	17.08	14.09	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,488	-	3,28	27,26	0,1395	70x30%	
20	25.08	01.09	7	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,60	-	3,34	20,077	0,1395	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
20	25.08	09.09	15	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,60	-	3,33	20,967	0,1395	60x40%	
20	25.08	22.09	28	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,60	-	3,31	15,969	0,1395	60x40%	
21	25.08	01.09	7	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,60	-	3,22	17,668	0,15	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 9/30 (Visualmente)
21	25.08	09.09	15	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,60	-	3,28	21,033	0,15	60x40%	
21	25.08	22.09	28	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,60	-	3,26	19,551	0,15	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – H – Informações e resultados, traços 22, 23 e 24

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
22	25.08	01.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,60	-	3,16	18,003	0,1714	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 12/30 (Visualmente)
22	25.08	09.09	15	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,60	-	3,18	15,958	0,1714	60x40%	
22	25.08	22.09	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,60	-	3,17	14,586	0,1714	60x40%	
23	25.08	01.09	7	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,60	-	3,15	17,584	0,1395	60x40%	Produzido 3 CPs. 3g Celulose, 0,1% (+) 13g Sikament 175, 0,475% Grau de consistência: 7/30 (Visualmente)
23	25.08	09.09	15	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,60	-	3,18	19,64	0,1395	60x40%	
23	25.08	22.09	28	1 : 3,3	1:1,98:1,32	0,60	-	3,16	15,344	0,1395	60x40%	
24	25.08	01.09	7	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,558	-	3,30	17,242	0,1395	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
24	25.08	09.09	15	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,558	-	3,34	20,118	0,1395	60x40%	
24	25.08	22.09	28	1 : 3,0	1:1,80:1,20	0,558	-	3,31	15,664	0,1395	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – I – Informações e resultados, traços 25, 26 e 27

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
25	25.08	01.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,488	-	3,33	21,004	0,1395	60x40%	Produzido 3 CPs. Grau de consistência aproximado: 7/30 (Visualmente)
25	25.08	09.09	15	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,488	-	3,35	26,830	0,1395	60x40%	
25	25.08	22.09	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,488	-	3,33	23,119	0,1395	60x40%	
26	01.09	09.09	8	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	220	3,33	19,500	0,1571	70x30%	Produzido 4 CPs. Sikament 175 (25g) 0,475%
26	01.09	15.09	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	220	3,35	26,116	0,1571	70x30%	
26	01.09	22.09	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	220	3,33	27,992	0,1571	70x30%	
26	01.09	29.09	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	220	3,37	26,697	0,1571	70x30%	
27	01.09	09.09	8	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	110	3,28	18,088	0,1571	70x30%	Produzido 4 CPs. Celulose (3,6g) 0,1%
27	01.09	15.09	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	110	3,22	15,745	0,1571	70x30%	
27	01.09	22.09	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	110	3,3	19,570	0,1571	70x30%	
27	01.09	29.09	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	110	3,24	22,983	0,1571	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – J – Informações e resultados, traços 28, 29 e 30

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
28	01.09	09.09	8	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	90	3,21	14,648	0,1571	70x30%	Produzido 4 CPs. Bianco 944g em proporção 1:2 para água
28	01.09	15.09	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	90	3,22	15,031	0,1571	70x30%	
28	01.09	22.09	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	90	3,19	17,216	0,1571	70x30%	
28	01.09	29.09	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	90	3,17	18,489	0,1571	70x30%	
29	01.09	09.09	8	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	250	3,32	22,703	0,1571	70x30%	Produzido 4 CPs. Muraplast (31g) 0,60%
29	01.09	15.09	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	250	3,34	25,281	0,1571	70x30%	
29	01.09	22.09	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	250	3,33	26,951	0,1571	70x30%	
29	01.09	29.09	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,55	250	3,34	25,112	0,1571	70x30%	
30	05.09	13.09	8	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	225	3,39	22,126	0,1571	60x40%	Produzido 4 CPs. Sikament 175 (25g) 0,475%
30	05.09	20.09	15	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	225	3,35	23,494	0,1571	60x40%	
30	05.09	26.09	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	225	3,34	22,339	0,1571	60x40%	
30	05.09	03.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	225	3,35	23,347	0,1571	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – K – Informações e resultados, traços 31, 32 e 33

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
31	05.09	13.09	8	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	140	3,22	18,702	0,1571	60x40%	Produzido 4 CPs. Celulose (3,6g) 0,1%
31	05.09	20.09	15	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	140	3,23	19,974	0,1571	60x40%	
31	05.09	26.09	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	140	3,25	22,001	0,1571	60x40%	
31	05.09	03.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	140	3,28	17,543	0,1571	60x40%	
32	05.09	13.09	8	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	85	3,28	14,494	0,1571	60x40%	Produzido 4 CPs. Bianco 944g em proporção 1:2 para água
32	05.09	20.09	15	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	85	3,28	15,859	0,1571	60x40%	
32	05.09	26.09	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	85	3,27	18,749	0,1571	60x40%	
32	05.09	03.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	85	3,22	15,903	0,1571	60x40%	
33	05.09	13.09	8	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	260	3,38	20,519	0,1571	60x40%	Produzido 4 CPs. Muraplast (31g) 0,60%
33	05.09	20.09	15	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	260	3,36	25,796	0,1571	60x40%	
33	05.09	26.09	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	260	3,30	23,990	0,1571	60x40%	
33	05.09	03.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,55	260	3,35	26,789	0,1571	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*

b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

APÊNDICE – L – Informações e resultados, traço 34

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
34	15.09	22.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,99	20,099	0,1429	70x30%	Produzido 12 CPs. SIKAMENT 175 (66g)Dose Média: 0,475%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 24,29 e 229g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
34	15.09	22.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,47	23,233	0,1429	70x30%	
34	15.09	29.09	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,97	17,826	0,1429	70x30%	
34	15.09	29.09	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,99	25,005	0,1429	70x30%	
34	15.09	06.10	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,41	22,273	0,1429	70x30%	
34	15.09	06.10	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,44	25,318	0,1429	70x30%	
34	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	4,01	28,334	0,1429	70x30%	
34	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	4,04	26,697	0,1429	70x30%	
34	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	3,43	29,831	0,1429	70x30%	
34	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	*3,579 *3,555	31,236	0,1429	70x30%	
34	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	*3,592 *3,563	32,243	0,1429	70x30%	
34	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	200	*3,547 *3,318	32,052	0,1429	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

c) Dose Média: Pois, é a dosagem média indicada pelo fabricante do aditivo.

*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – M – Informações e resultados, traço 35

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
35	15.09	22.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	4,05	18,915	0,1429	60x40%	Produzido 12 CPs. SIKAMENT 175 (66g)Dose Média: 0,475%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 26,27 e 251g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
35	15.09	22.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,92	22,681	0,1429	60x40%	
35	15.09	29.09	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,96	25,432	0,1429	60x40%	
35	15.09	29.09	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,99	16,933	0,1429	60x40%	
35	15.09	06.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,426	26,859	0,1429	60x40%	
35	15.09	06.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,437	24,09	0,1429	60x40%	
35	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,406	26,683	0,1429	60x40%	
35	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,425	19,235	0,1429	60x40%	
35	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	3,437	29,809	0,1429	60x40%	
35	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	*3,604 *3,578	25,502	0,1429	60x40%	
35	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	*3,613 *3,586	30,68	0,1429	60x40%	
35	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	220	*3,597 *3,346	36,392	0,1429	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

c) Dose Média: Pois, é a dosagem média indicada pelo fabricante do aditivo.

*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – N – Informações e resultados, traço 36

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
36	15.09	22.09	7	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	3,35	18,378	0,1429	50x50%	Produzido 7 CPs. Sikament 175 (41g)Dose Média: 0,475%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 28 e 250g. O primeiro seco ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
36	15.09	29.09	14	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	3,37	22,177	0,1429	50x50%	
36	15.09	06.10	21	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	3,399	22,696	0,1429	50x50%	
36	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	3,386	24,104	0,1429	50x50%	
36	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	3,410	24,682	0,1429	50x50%	
36	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	*3,560 *3,532	22,254	0,1429	50x50%	
36	15.09	13.10	28	1 : 2,5	1:1,25:1,25	0,50	210	*3,599 *3,349	21,979	0,1429	50x50%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

c) Dose Média: Pois, é a dosagem média indicada pelo fabricante do aditivo.

*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – O – Informações e resultados, traço 37

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
37	19.09	26.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,45	17,598	0,1429	70x30%	Produzido 13 CPs. Muraplast (84g)Dose Média: 0,60%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 30,29 e 262g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
37	19.09	26.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,45	14,579	0,1429	70x30%	
37	19.09	03.10	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,40	24,994	0,1429	70x30%	
37	19.09	03.10	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,95	19,058	0,1429	70x30%	
37	19.09	10.10	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,396	25,491	0,1429	70x30%	
37	19.09	10.10	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,381	21,596	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,392	17,885	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,374	26,859	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,40	27,922	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	3,398	23,019	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	*3,579 *3,549	33,251	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	*3,583 *3,554	32,008	0,1429	70x30%	
37	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,50	185	*3,564 *3,302	33,843	0,1429	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

c) Dose Média: Pois, é a dosagem média indicada pelo fabricante do aditivo.

*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – P – Informações e resultados, traço 38

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
38	19.09	26.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,38	17,278	0,1429	60x40%	Produzido 13 CPs. Muraplast (84g)Dose Média: 0,60%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 30,32 e 280g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
38	19.09	26.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,38	16,252	0,1429	60x40%	
38	19.09	03.10	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,39	16,679	0,1429	60x40%	
38	19.09	03.10	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,9	14,306	0,1429	60x40%	
38	19.09	10.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,89	20,015	0,1429	60x40%	
38	19.09	10.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,901	14,274	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,915	16,631	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,898	25,248	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,341	25,417	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	3,313	20,371	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	*3,519 *3,489	28,382	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	*3,547 *3,515	25,432	0,1429	60x40%	
38	19.09	18.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,50	180	*3,546 *3,266	32,037	0,1429	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

c) Dose Média: Pois, é a dosagem média indicada pelo fabricante do aditivo.

*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – Q – Informações e resultados, traço 39

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
39	20.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,91	23,689	0,128	70x30%	Produzido 12 CPs. Muraplast (140g)Dose Máxima:1,00%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 13,13 e 139g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
39	20.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,43	23,932	0,128	70x30%	
39	20.09	04.10	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,42	22,836	0,128	70x30%	
39	20.09	04.10	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,95	27,197	0,128	70x30%	
39	20.09	11.10	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,41	29,562	0,128	70x30%	
39	20.09	11.10	21	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,42	27,764	0,128	70x30%	
39	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,43	28,194	0,128	70x30%	
39	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,38	23,122	0,128	70x30%	
39	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	3,40	29,316	0,128	70x30%	
39	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	*4,108 *4,095	30,059	0,128	70x30%	
39	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	*4,121 *4,108	33,200	0,128	70x30%	
39	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	190	*3,557 *3,418	29,514	0,128	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.
c) Dose Máxima: Pois, é a dosagem máxima indicada pelo fabricante do aditivo.
*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – R – Informações e resultados, traço 40

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
40	20.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,935	23,27	0,128	60x40%	Produzido 13 CPs. Muraplast (140g)Dose Máxima:1,00%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 13,12 e 136g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
40	20.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,346	18,665	0,128	60x40%	
40	20.09	04.10	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,894	19,926	0,128	60x40%	
40	20.09	04.10	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,326	19,32	0,128	60x40%	
40	20.09	11.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,346	21,784	0,128	60x40%	
40	20.09	11.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,965	22,071	0,128	60x40%	
40	20.09	11.10	21	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,316	21,556	0,128	60x40%	
40	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,382	21,979	0,128	60x40%	
40	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,335	21,876	0,128	60x40%	
40	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	3,824	25,222	0,128	60x40%	
40	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	*4,075 *4,062	31,949	0,128	60x40%	
40	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	*3,533 *3,521	23,678	0,128	60x40%	
40	20.09	19.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	190	*3,501 *3,365	23,681	0,128	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.
c) Dose Máxima: Pois, é a dosagem máxima indicada pelo fabricante do aditivo.
*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – S – Informações e resultados, traço 41

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
41	21.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3349	21,883	0,128	70x30%	Produzido 13 CPs. Sikament 175 (168g)Dose Máxima:1,20%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 20,20 e 184g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
41	21.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3396	22,427	0,128	70x30%	
41	21.09	05.10	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,38	24,958	0,128	70x30%	
41	21.09	05.10	14	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,400	27,650	0,128	70x30%	
41	21.09	13.10	22	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,385	23,133	0,128	70x30%	
41	21.09	13.10	22	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,378	26,171	0,128	70x30%	
41	21.09	13.10	22	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,382	26,848	0,128	70x30%	
41	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,378	25,458	0,128	70x30%	
41	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,398	27,036	0,128	70x30%	
41	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	3,353	24,141	0,128	70x30%	
41	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	*3,521 *3,501	25,388	0,128	70x30%	
41	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	*3,541 *3,521	30,780	0,128	70x30%	
41	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,75:0,75	0,45	170	*3,527 *3,343	30,831	0,128	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.
c) Dose Máxima: Pois, é a dosagem máxima indicada pelo fabricante do aditivo.
*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – T – Informações e resultados, traço 42

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção Agl/Agre*	TRAÇO	Fator A/C*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
42	21.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,943	18,444	0,128	60x40%	Produzido 13 CPs. Sikament 175 (168g)Dose Máxima:1,20%. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 22,21 e 201g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
42	21.09	28.09	7	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,375	21,762	0,128	60x40%	
42	21.09	05.10	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,374	22,335	0,128	60x40%	
42	21.09	05.10	14	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,923	24,215	0,128	60x40%	
42	21.09	13.10	22	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,888	27,422	0,128	60x40%	
42	21.09	13.10	22	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,395	23,851	0,128	60x40%	
42	21.09	13.10	22	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,342	24,031	0,128	60x40%	
42	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,369	26,182	0,128	60x40%	
42	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,389	26,263	0,128	60x40%	
42	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	3,38	28,86	0,128	60x40%	
42	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	*4,127 *4,105	31,603	0,128	60x40%	
42	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	*3,549 *3,528	27,973	0,128	60x40%	
42	21.09	20.10	29	1 : 2,5	1:1,50:1,00	0,45	185	*3,537 *3,336	28,452	0,128	60x40%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Aglomerante, Agregado, Resistência, Água/Cimento, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.
c) Dose Máxima: Pois, é a dosagem máxima indicada pelo fabricante do aditivo.
*d) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

APÊNDICE – U – Informações e resultados, traço 43

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção G/Agre*	TRAÇO	Fator A/G*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedr/Ar*	COMENTÁRIO
43	28.09	05.10	7	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,487	22,71	0,102	70x30%	Produzido 12 CPs. Material industrializado GROUTH SG. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 20,19 e 188g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
43	28.09	05.10	7	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,473	24,395	0,102	70x30%	
43	28.09	13.10	15	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,465	27,403	0,102	70x30%	
43	28.09	13.10	15	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,455	28,606	0,102	70x30%	
43	28.09	19.10	21	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,432	25,178	0,102	70x30%	
43	28.09	19.10	21	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,518	27,646	0,102	70x30%	
43	28.09	26.10	28	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,457	18,757	0,102	70x30%	
43	28.09	26.10	28	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,459	27,201	0,102	70x30%	
43	28.09	26.10	28	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	3,434	26,947	0,102	70x30%	
43	28.09	26.10	28	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	*3,495 *3,475	27,734	0,102	70x30%	
43	28.09	26.10	28	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	*3,580 *3,561	30,327	0,102	70x30%	
43	28.09	26.10	28	30%	1:0,21:0,09	0,13	170	*3,527 *3,339	38,812	0,102	70x30%	

*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Graute/Agregado, Água/Graute, Resistência, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

*c) *Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.*

d) O graute industrializado utilizado foi Graute em anexo (H – K).

APÊNDICE – V – Informações e resultados, traço 44

N° Traço	Data Fabr.*	Data Romp.*	Tempo De Cura	Proporção G/Agre*	TRAÇO	Fator A/G*	SLUMP mm	Peso Kg	Resist.* MPA	Fator A/S*	Proporção Pedra/Ar*	COMENTÁRIO
44	29.09	06.10	7	0%	-	0,10	230	3,545	35,031	0,10	0%	Produzido 13 CPs. Material industrializado GROUTH SG. Os CPs de 28 dias foram submersos em água. Perda de umidade dos 3 últimos CPs: 12,12 e 170g. Os primeiros secos ao ar durante três dias, o último em estufa à 100°C como descrito em norma.
44	29.09	06.10	7	0%	-	0,10	230	3,546	29,772	0,10	0%	
44	29.09	13.10	14	0%	-	0,10	230	3,531	34,711	0,10	0%	
44	29.09	13.10	14	0%	-	0,10	230	3,487	24,844	0,10	0%	
44	29.09	20.10	21	0%	-	0,10	230	3,507	32,354	0,10	0%	
44	29.09	20.10	21	0%	-	0,10	230	3,503	32,847	0,10	0%	
44	29.09	20.10	21	0%	-	0,10	230	3,584	31,6	0,10	0%	
44	29.09	27.10	28	0%	-	0,10	230	3,456	34,829	0,10	0%	
44	29.09	27.10	28	0%	-	0,10	230	3,528	31,839	0,10	0%	
44	29.09	27.10	28	0%	-	0,10	230	3,536	36,653	0,10	0%	
44	29.09	27.10	28	0%	-	0,10	230	*3,575 *3,563	28,959	0,10	0%	
44	29.09	27.10	28	0%	-	0,10	230	*3,594 *3,582	33,976	0,10	0%	
44	29.09	27.10	28	0%	-	0,10	230	*3,500 *3,330	36,767	0,10	0%	

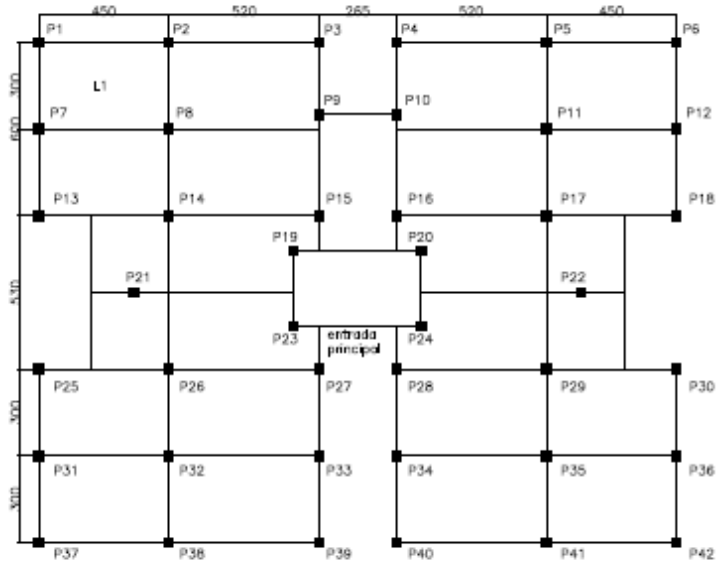
*a) *Palavras Relacionadas: Fabricação, Rompimento, Graute/Agregado, Água/Graute, Resistência, Água/Secos, Pedrisco/Areia.*
b) Abreviaturas: mm = milímetro, Kg = quilograma, MPA = Mega Pascal, CPs = Corpos de prova.

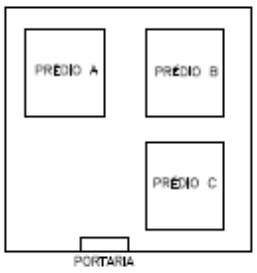
c) ×Dois valores de peso aos 28 dias: Pesagem úmida/saturada e seca dos Corpos de Prova. Nesta ordem respectivamente.

d) O graute industrializado utilizado foi Graute em anexo (H – K).

ANEXO

ANEXO – A – Projeto estrutural identificação e quantificação dos pilares





ESQUEMATICO DA LOCAÇÃO
S/ESC.

POSICIONAMENTO DOS PILARES
ESC. 1:200

IDENTIFICAÇÃO DA RECUPERAÇÃO:

A identificação dos niveis de recuperação será feito in-loco quando da fase executiva baseado nas definições previstas neste projeto, haja visto que hoje a estrutura tem um reboco que impossibilita esta identificação.

A identificação abaixo, para os pilares, serve apenas como uma orientação para efeito orçamentario.

Os pilares identificados como nivel D serão escorados para a realização dos serviços.

Predio A	Predio B	Predio C
Pilares nivel A - 12	Pilares nivel A - 15	Pilares nivel A - 20
Pilares nivel B - 22	Pilares nivel B - 24	Pilares nivel B - 22
Pilares nivel C - 6	Pilares nivel C - 2	Pilares nivel C - 0
Pilares nivel D - 2	Pilares nivel D - 1	Pilares nivel D - 0

A laje existente na entrada do predio B deve ser demolida e refeita novamente com adição de ferro de 8.0mm, ao lado de cada ferro existente e com um recobrimento de 2cm.

Toda ligação concreto velho (existente)/concreto novo será feito com o uso de cola estrutural Sikadur-31/32, aplicado tanto no concreto como no ferro.

Todos os materiais citados neste projeto terão suas aplicações seguindo as normas do fabricante.

Toda a execução e uso de materiais seguira as normas da ABNT indicadas para aquele tipo de procedimento.

PROJETO RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Eng. Marco Polo Fonsaca Rocha
Eng. Civil - CREA/Ma 0264/D
FONE: (98) 98116-8520
engenhariomarcopolo@gmail.com

PROP: CONDOMINIO ILHAS

End: AV SÃO LUIS REI DE FRANÇA - SÃO LUIS/MA

RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Desenho: | Revisão: REV.0 | Data: 20/01/2016 | Unidade: | FOLHA 01/11

ANEXO – B – Projeto estrutural, identificação da estrutura velha e recomendações

1- DA ESTRUTURA EXISTENTE:

O condominio é formado por tres predios, os prédios tem quatro pavimentos, térreo mais tres, e tem uma estrutura em concreto armado com pilares/vigas/lajes (premoldadas/maciça) contruido em 1986 e pelo que se pode constatar não sofreu nenhuma grande reforma ou recuperação desde a sua construção, algumas pequenas recuperações nos pilares do pavimento terreo foram feitas sem nenhum criterio tecnico, fazendo com que os problemas de corrosão na ferragem não fossem resolvidos.

2- DA SITUAÇÃO ATUAL E SUAS CAUSAS.

A estrutura de concreto armado se encontra bastante danificada pela ação da corroção, principalmente os pilares no pavimento térreo, nos outros pavimentos a ação da corrosão é bem menos acentuada, e quase que exclusiva nos pilares.
O principal causa da corrosão, quase que generalizada, na estrutura se deve ao fato da pequena espessura no recobrimento da ferragem, em alguns locais este recobrimento é menor que 1cm (um centimetro), só para efeito de comparação a atual norma exige para aquela situação um recobrimento mínimo de 3cm.
Os predios internamentes, dentro dos apartamentos, estão bem conservados, externamente a situação e bastante diferente o predio e rebocado com uma argamassa de cimento, cal e barro (saibro) em péssimo estado de conservação, a pintura praticamente não existe, o reboco é um acumulador de umidade na epoca chuvosa o que ajuda a danificar ainda mais a estrutura e a criar fungos e limos em toda área externa do prédio.

3- DA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL.

A estrutura será recuperada conforme o grau de deterioração existente, para isto os niveis de recuperação foram divididos em quatro.
Niveis A: B: C e D. Após a recuperação toda a área dos pilares, vigas e lajes do pavimento térreo e superiores que sofreram intervenção serão pintadas com tinta PVA acrílica para exterior ou revestidas com ceramica.

4-RECOMENDAÇÕES GERAIS.

1- Demolir todo o reboco da área externa dos prédios e fazer um novo reboco com cimento, areia e um aditivo impermeabilizante ou revestir toda a área com material ceramico.
2- Recuperar as Caixas D´água e Cisternas e fazer uma nova impermebilização.
3- Limpar, recuperar e impermeabilizar todas as caixas de passagem de esgoto e águas pluvias
4- Manter um programa de revisão prédial que fosse aplicado anualmente com o intuito de marter em perfeito funcionamento a estrutura de concreto, as caixas de passagens, as impermeabilizações de caixas d´águas e cisternas, coberturas e calhas.

PROJETO RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Eng. Marco Polo Fonseca Rocha
Eng. Civil - CREA/Ma 05840
FONE: (98) 98116-4920
engenhariamarcopolo@gmail.com

PROP: CONDOMINIO ILHAS

End: AV.SÃO LUIS REI DE FRANÇA - SÃO LUIS/MA

RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Desenho: | Revisão: REV.0 | Data: 20/01/2016 | Unidade: | FOLHA 02/11

ANEXO – C – Projeto estrutural, recuperação de pilar a nível estrutural

RECUPERAÇÃO NIVEL D:

- Definição:

A estrutura apresenta sinais visíveis de deterioração. Concreto em estado de desagregação e/ou ferros aparentes com oxidação, com perda superior a 10% da área original, sendo necessário ferro adicional e aumento da seção da peça.

- Recuperação:

Os pilares, vigas e lajes que se enquadram nesta definição teram os serviços abaixos executados na sequencia.

1 - Retirar todo o concreto solto ou deteriorado.

2 - Retirar toda a armadura que já esteja totalmente deteriorada.

3 - Limpar toda armadura, que for ser aproveitada, com escova de aço e/ou lixa para ferro, retirando restos de concreto e de ferro/ferrugem.

4 - Aplicar o ferro adicional conforme indicado neste projeto, todo ferro adicional terá diametro igual a 12.5 mm, será aplicado 6 ferros por pilar, estribos de 6.3mm cada 20cm e o ferro dos grampos de ancoragem diametro de 6.3mm, todos CA-50. O ferro adicional sera colocado na área a ser ampliada, conforme projeto, os grampos serão colado ao longo de toda a extenção com sikadur-31/32.

5 - Aplicar o armatec em toda a armadura existente, aparente, com trincha ou pincel em duas demãos, o intervalo entre as demãos e de no mínimo 5 horas.

6 - 24 horas após a aplicação do armatec, fazer a concretagem da ampliação do pilar, usando sikagrout, aplicar sikadur-31 sobre toda o concreto velho, inclusive sobre a ferragem antiga que vai ser limpa mais não retirada do local, antes da aplicação do grout. Esta etapa da recuperação deve ser executada com bastante cuidado para que o grout seja aplicado antes que a sikadur endureça, caso a concretagem não possa ser executada em uma unica etapa, a emenda entre as etapas será feita com sikadur-31 aplicado sobre a etapa anterior. Aguardar a cura e iniciar a etapa 7

7- Chapiscar toda a área. Antes da aplicação do chapisco toda estrutura de concreto será limpa com escova de aço e lavada, em seguida será aplicada o chapisco com o uso de aditivo para melhorar a aderencia tipo Sika Superfix ou Sika Chapisco Plus, segundo as normas do fabricante, o mesmo tipo de aditivo deve ser usado na argamassa do reboco com esta mesma finalidade.

8- Rebocar toda a área com espessura mínima de 3 cm. o intervalo de tempo mínimo entre o chapisco e o reboco sera de 72 horas.

9- Atenção especial na aplicação do sikadur-31 e sikatop122 pois ambos são colas estruturais e depois de secas não tem como separar as partes .

10- Sempre entre uma etapa e a proxima toda a estrutura em reparo deve ser limpa e lavada.

PROJETO RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Eng. Marco Polo Fonsêca Rocha
Eng. Civil - CREA/Ma 060410
FONE: (98) 98116-8320
engenhariamarcopolo@gmail.com

PROP: CONDOMINIO ILHAS

End: AV.SÃO LUIS REI DE FRANÇA - SÃO LUIS/MA

RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Desenho: | Revisão: REV.0

Data: 20/01/2016 | Unidade:

FOLHA 06/11

ANEXO – D – Projeto estrutural, especificações dos materiais

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO/MATERIAL

- Chapisco - Todo chapisco sera no traço 1:3 - cimento e areia grossa.
- Reboco - Todo reboco sera no traço 1:5 - cimento e areia média
- Sika Superfix - Produto da sika para melhoramento da aderencia entre o chapisco/reboco e as estruturas de concreto usar nos locais indicados, chapisco e reboco, conforme norma do fabricante
- Sika Top 108 Armatec - Produto da sika para proteção da ferragem usar nos locais indicados conforme norma do fabricante
- Sikadur-31 - Produto da sika para colagem usar nos locais indicados conforme norma do fabricante
- SIKADUR-32 - Produto da sika para colagem usar nos locais indicados conforme norma do fabricante
- SIKAGROUT - Produto da sika para concretagem, concreto industrializado pronto para uso, usar nos locais indicados conforme norma do fabricante
- SikaTop-122 - Produto da sika revetimento dos ferros expostos existentes ou adicionais usar nos locais indicados conforme norma do fabricante.

PROJETO RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Eng. Marco Polo Fonseca Rocha
Eng. Civil - CREA/Ma 060410
FONE: (98) 98116-6920
engenhariomarcopolo@gmail.com

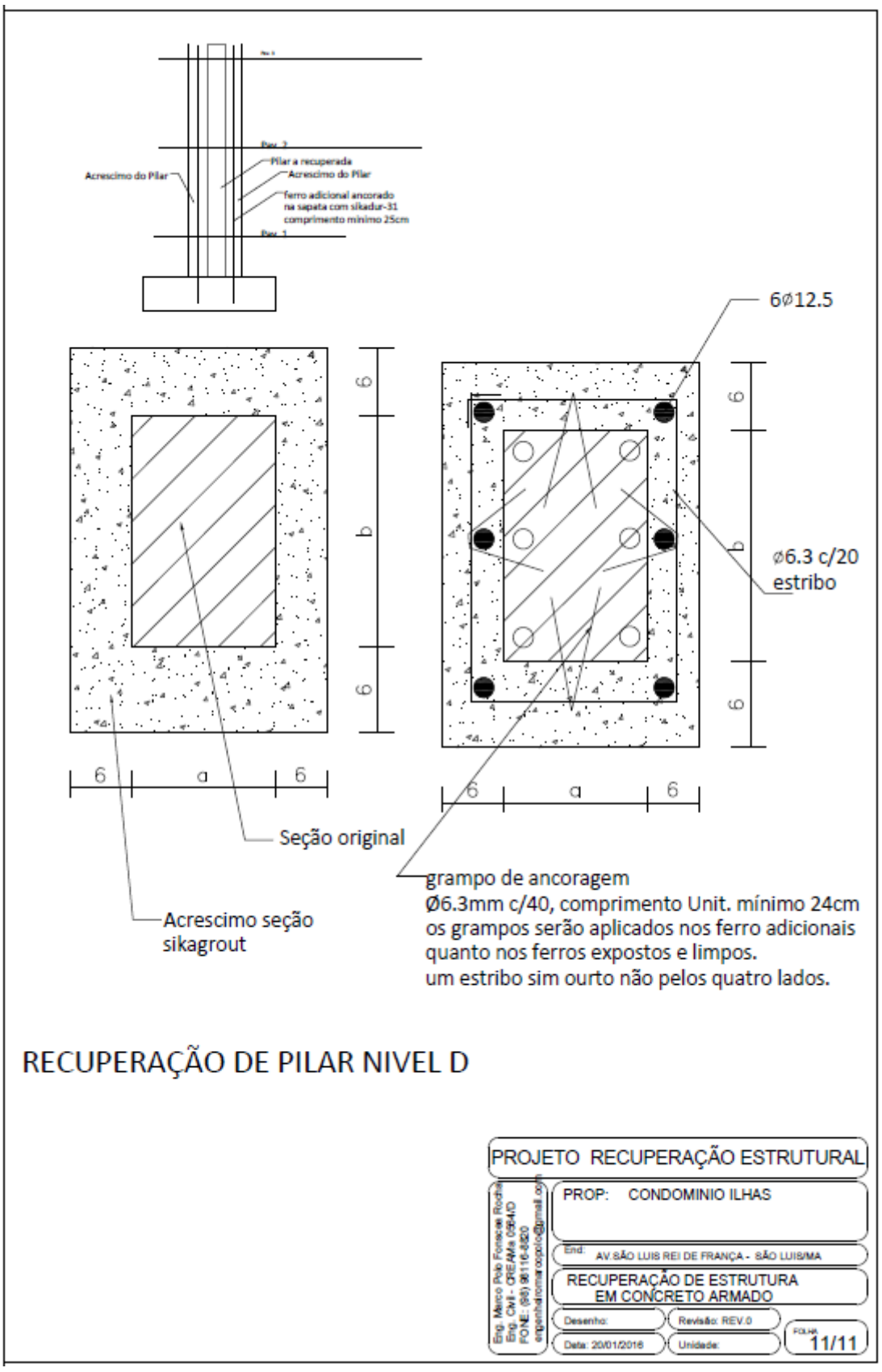
PROP: CONDOMINIO ILHAS

End: AV.SÃO LUIS REI DE FRANÇA - SÃO LUIS/MA

RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Desenho: | Revisão: REV.0 | Data: 20/01/2016 | Unidade: | FOLHA 07/11

ANEXO – E – Projeto estrutural, detalhamento da recuperação nível “D”



ANEXO – F – Projeto estrutural – Relatório fotográfico, imagem referente ao pilar nível “D”



FOTO 2 - PILAR PRÉDIO A – RECUPERAÇÃO TIPO “D”

ANEXO – G – Projeto estrutural – Relatório fotográfico, imagem referente ao pilar nível “D”

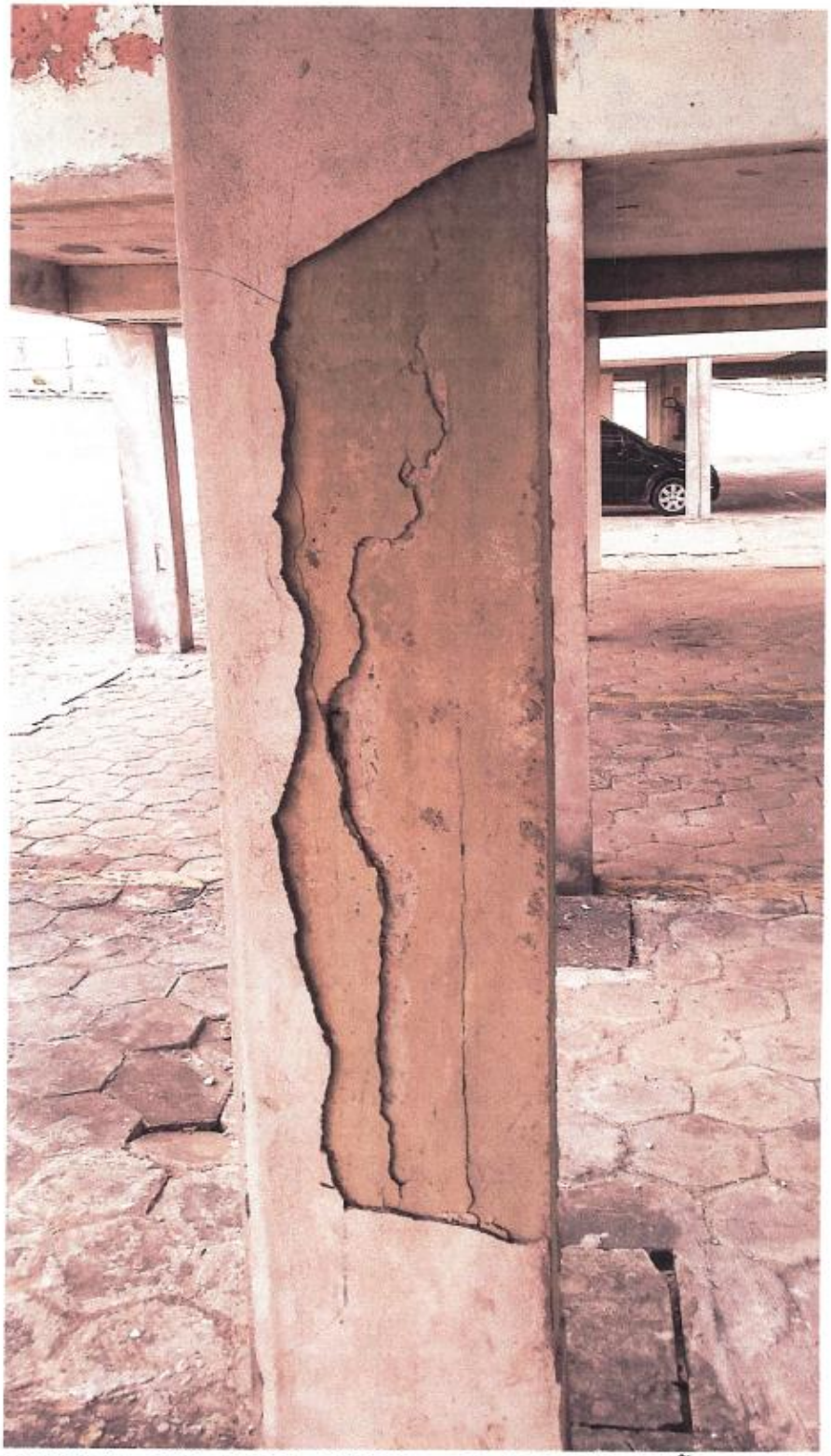


FOTO 3 - PILAR BLOCO B - RECUPERAÇÃO TIPO “D”

ANEXO – H – Produto industrializado, especificação técnica

VEDACIT impermeabilizantes

GRAUTH SG

Produto

GRAUTH SG é um produto monocomponente à base de cimento e aditivos especiais, que quando misturado com a quantidade correta de água resulta em uma argamassa fluida para grauteamento com espessuras de até 60 mm. O produto apresenta alta resistência, é pronto para uso e de fácil aplicação.

Características

Aparência: Cinza
Composição básica: Resina melamina-formaldeído., Cimento., Cimento., Aditivos especiais., Aditivos especiais.
Validade: 6 meses

Campos de aplicação

-chumbamento e fixação de equipamentos de pequeno porte;
-recuperação e reforço em estruturas de concreto pré-moldadas e moldadas in loco.

Preparo do substrato

A superfície deve estar limpa, íntegra, seca e sem impregnação de desmoldantes, agentes de cura ou qualquer outro material que prejudique a aderência do produto. Delimitar a área de reparo e remover o concreto deteriorado até atingir o concreto íntegro. Caso seja observada corrosão nas armaduras, estas devem ser limpas por processo mecânico e tratadas com primer anticorrosivo base zinco, como o ARMATEC ZN. Umedecer a superfície previamente preparada com água evitando-se empoçamentos, deixando-a na condição "saturada e seca". As fôrmas devem ser devidamente seladas pois devido à fluidez pode haver perda de material.

Preparo do produto

ANEXO – I – Produto industrializado, especificação técnica

VEDACIT
impermeabilizantes

GRAUTH SG

Adicionar de 2 a 3 litros de água por saco de 25 kg do GRAUTH SG, conforme fluidez necessária, lembrando que as resistências obtidas são inversamente proporcionais à quantidade de água adicionada. Executar a mistura, preferencialmente com misturador mecânico ou betoneira. Para volumes menores, executar a mistura com hélice helicoidal acoplada à furadeira de baixa rotação. Colocar no misturador a quantidade especificada de água e com o misturador acionado adicionar aos poucos o GRAUTH SG. Misturar por cerca de 3 a 5 minutos até obter um material homogêneo.

Aplicação

Com a superfície na condição saturada e seca, executar o lançamento do GRAUTH SG de forma contínua sempre por uma das extremidades da estrutura. Para espessuras maiores do que 60 mm, adicionar até 30% de brita 0 ou brita 1 em massa. O agregado deve estar limpo, seco e isento de materiais pulverulentos e a relação água-materiais secos deve ser mantida (máximo 3 litros de água por saco de 25 kg). Finalizada a aplicação, promover cura úmida ou química com agente de cura química, como o TRI-CURING, por, no mínimo, 3 dias.

Consumo aproximado

2.000 kg/m³.

Rendimento

Saco de 25 kg - 12,50 L

Armazenamento

Estocar o produto em local seco e arejado, obedecendo aos mesmos procedimentos de estocagem do cimento.

Atenção

ANEXO – J – Produto industrializado, especificação técnica

VEDACIT impermeabilizantes

GRAUTH SG

As condições de aplicação e temperatura ambiente podem influenciar no tempo de cura e resistência do material. Recomenda-se executar a mistura próximo ao local de aplicação, pois o produto começa a apresentar perda de fluidez em 30 minutos, na temperatura de 25 °C. Manutenção: esse produto, conforme ABNT NBR 15575 - Edificações habitacionais - Desempenho, é considerado manutenível. ADVERTÊNCIA No caso de fracionamento da embalagem, utilizar o produto com a correta relação água-materiais secos. A não utilização da proporção correta pode acarretar perda de desempenho.

Meio ambiente

Contatar o órgão ambiental local, no caso de vazamento ou contaminação de águas superficiais, mananciais ou solos.
Descartar os resíduos em instalação autorizada, de acordo com a legislação ambiental vigente.
Descartar os resíduos em instalação autorizada, de acordo com a legislação ambiental vigente.
Evitar que o produto atinja bueiros e cursos de água.

EPI (Equipamento de proteção individual)

Óculos de segurança
Avental de PVC.
Máscara com filtro para pó
Luvas de borracha

Primeiros socorros

Contato com os olhos: lavar com bastante água corrente, durante pelo menos 15 minutos. Procurar um médico.
Contato com a pele: lavar com bastante água corrente, durante pelo menos 15 minutos.

ANEXO – K – Produto industrializado, especificação técnica

VEDACIT impermeabilizantes

GRAUTH SG

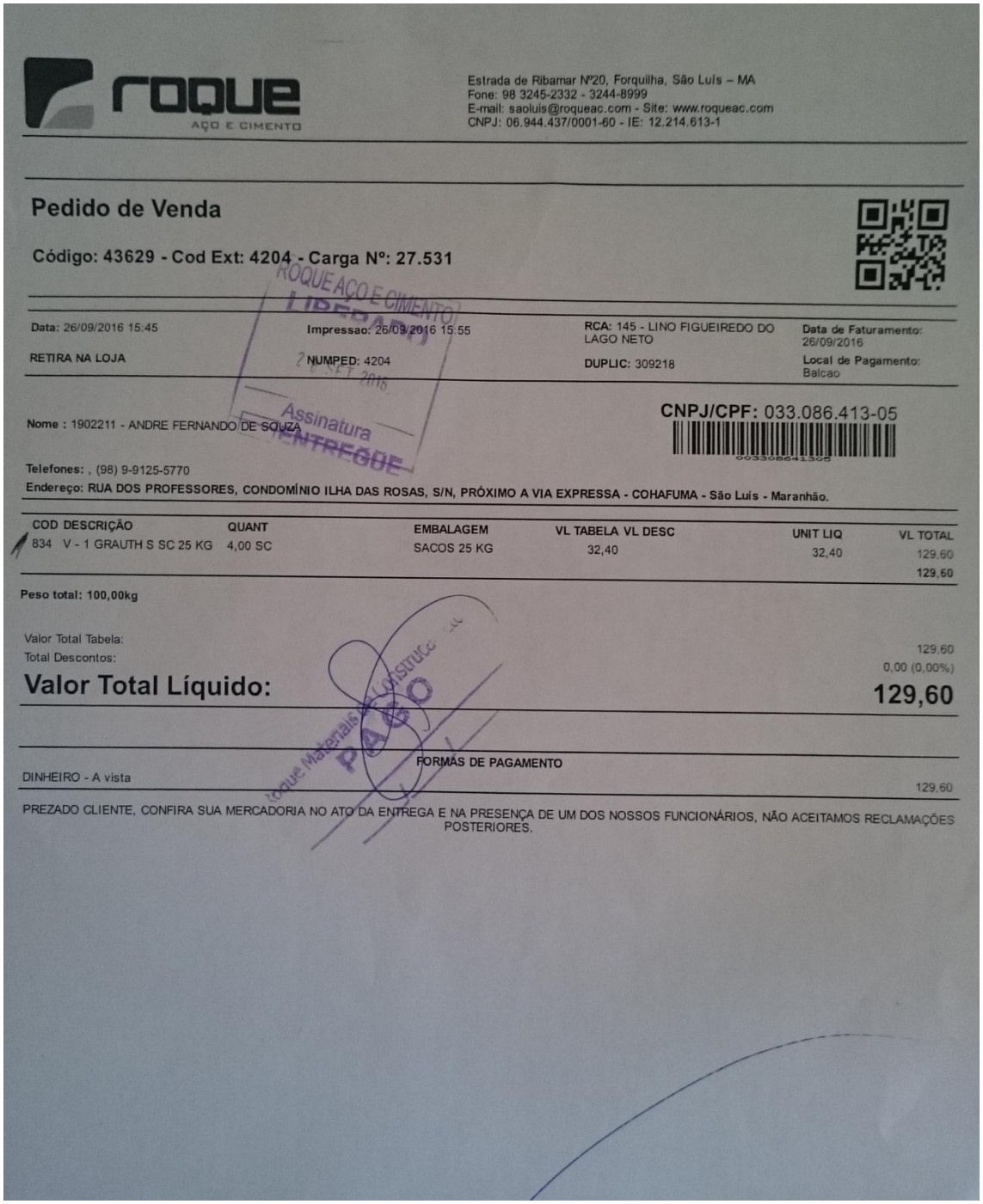
Inalação: remover para ambiente fresco e ventilado.
Ingestão: não provocar vômito. Procurar um médico.

Embalagens



Saco de 25 kg
dimensões: 65 X 8 X 45 cm

ANEXO – L – Compra produto industrializado, nota fiscal



roque
AÇO E CIMENTO

Estrada de Ribamar Nº20, Forquilha, São Luís – MA
Fone: 98 3245-2332 - 3244-8999
E-mail: saoluis@roqueac.com - Site: www.roqueac.com
CNPJ: 06.944.437/0001-60 - IE: 12.214.613-1

Pedido de Venda

Código: 43629 - Cod Ext: 4204 - Carga Nº: 27.531

ROQUE AÇO E CIMENTO
LIBERADO
Assinatura
ENTREGUE

Data: 26/09/2016 15:45 | Impressao: 26/09/2016 15:55 | RCA: 145 - LINO FIGUEIREDO DO LAGO NETO | Data de Faturamento: 26/09/2016

RETIRA NA LOJA | NUMPED: 4204 | DUPLIC: 309218 | Local de Pagamento: Balcao

Nome : 1902211 - ANDRE FERNANDO DE SOUZA

CNPJ/CPF: 033.086.413-05

Telefones: , (98) 9-9125-5770

Endereço: RUA DOS PROFESSORES, CONDOMÍNIO ILHA DAS ROSAS, S/N, PRÓXIMO A VIA EXPRESSA - COHAFUMA - São Luís - Maranhão.

COD	DESCRIÇÃO	QUANT	EMBALAGEM	VL TABELA	VL DESC	UNIT LIQ	VL TOTAL
834	V - 1 GRAUTH S SC 25 KG	4,00 SC	SACOS 25 KG	32,40		32,40	129,60
							129,60

Peso total: 100,00kg

Valor Total Tabela: 129,60
Total Descontos: 0,00 (0,00%)

Valor Total Líquido: 129,60

Roque Materiais de Construção
PAGO

FORMAS DE PAGAMENTO

DINHEIRO - A vista 129,60

PREZADO CLIENTE, CONFIRA SUA MERCADORIA NO ATO DA ENTREGA E NA PRESENÇA DE UM DOS NOSSOS FUNCIONÁRIOS, NÃO ACEITAMOS RECLAMAÇÕES POSTERIORES.

ANEXO – M – Ficha técnica Sikament 175

Construção

Ficha do Produto
Edição 11/8/2014
Sikament® PF 175

Sikament PF 175

Aditivo plastificante de pega normal com alto poder de redução de água para concreto.

Descrição do Produto	Sikament® PF 175 é um aditivo líquido de pega normal, plastificante com alto poder de redução de água para concreto, com uma ampla faixa de dosagem, permitindo trabalhar diversos tipos de concreto. É um aditivo compatível com a maioria dos cimentos, não tendo nenhuma restrição prévia quanto ao tipo do cimento. Atende aos requisitos da norma ABNT NBR 11.768/ 2011 nos tipos: ■ ABNT NBR 11.768/ 2011 tipo PN, DR 0,30 à 0,65%; ■ ABNT NBR 11.768/ 2011 tipo SP-I N, DR 0,70 à 1,20%.
Usos	■ Concretos bombeados; ■ Concreto plástico; ■ Concretos aparentes; ■ Concretos dosados em central; ■ Concreto massa; ■ Concreto protendido; ■ Pavimentos de conreto.
Características/ Vantagens	■ Proporciona ao concreto alta plasticidade; ■ Permite grandes reduções da água de amassamento (acima de 10%); ■ Permite a racionalização da produção nas usinas de concreto, fabricando diversos tipos de concreto com apenas um aditivo; ■ Reduz a retração e a contração; ■ Reduz a perda de slump; ■ Melhora o acabamento superficial; ■ Não contém adição de cloretos; ■ Melhora as resistências mecânicas e a uniformidade do concreto.

Dados do Produto

Forma/ aspecto	Líquido
Cor	Marrom
Embalagem	Tambor de 200 Litros, Granel e Container de 1000 l;

Estocagem

Condições de estocagem / Validade	12 meses a partir da data de produção se estocado apropriadamente, nas embalagens originais e intactas, em temperaturas entre +5°C e +35°C. Protegido da luz direta do sol e do gelo.

Dados do Técnicos

Composição básica	Sais sulfonados e carboidratos em meio aquoso
Densidade	1,19 ± 0,02 kg/ litro
pH	5,5 ± 1,0

ANEXO – N – Ficha técnica Sikament 175

Construção

Informação do Sistema	
Detalhes da Aplicação	Sikament® PF 175 deve ser adicionado junto com a água de amassamento do concreto ou diretamente sobre o concreto fresco. Nunca adicione Sikament® PF 175 sobre a mistura seca do concreto.
Influência da temperatura	Em temperaturas entre +5°C e +35°C, o produto não sofrerá nenhuma alteração físico-química a ponto de alterar o desempenho do produto.
Consumo / Dosagem	Dosagem recomendada: Como plastificante de pega normal (PN), segundo a ABNT NBR 11.768/ 2011: 0,30 à 0,65% sobre o peso de aglomerantes (cimento e adições, se houver); Como superplastificante de pega normal Tipo I (SP-I N), segundo a ABNT NBR 11.768/ 2011: 0,70 à 1,20% sobre o peso de aglomerantes (cimento e adições, se houver). A dosagem ótima deverá ser determinada através de ensaios experimentais com o traço e os materiais da central dosadora ou da obra, podendo a mesma estar fora das faixas indicativas acima.
Efeitos em caso de superdosagem	Em casos de superdosagem o concreto poderá ter: forte exsudação, segregação e retardo excessivo, podendo levar ao não endurecimento do concreto ou a perda de resistência do mesmo.
Compatibilidade	Este aditivo é compatível com outros aditivos da linha Sika, para tanto, sugere-se entrar em contato com o Departamento Técnico Sika Brasil.
Armazenamento a granel e limpeza dos tanques	Para este tipo de estocagem, seguir as recomendações da Sika no documento técnico: **"Instruções de armazenamento a granel e limpeza dos tanques de aditivos e adições Sika"**. Este pode ser encontrado no site da Sika ou solicitado ao Departamento Técnico Sika Brasil.
Base dos Valores	Todos os dados técnicos aqui contidos são baseados em testes de laboratórios. Medidas de valores em condições reais podem variar devido a condições fora de nosso controle.
Informações de Segurança e Ecologia	Para maiores informações sobre manuseio, estocagem e disposição dos resíduos consulte a versão mais recente de nossa Ficha de Segurança do Material que contém os dados disponíveis, das propriedades físicas, de ecologia, de toxidade, e outros dados de segurança pertinentes.
Nota Legal	As informações e em particular as recomendações relacionadas com a aplicação e utilização final dos produtos Sika, são fornecidas de boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais. Na prática, as diferenças no estado do material, das superfícies, e das condições de aplicação no campo, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um determinado fim em particular, nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal, poderão ser inferidas desta informação, ou de quaisquer recomendações por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceitas estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os usuários deverão sempre consultar as versões mais recentes das fichas técnicas dos respectivos produtos, que serão entregues sempre que solicitadas.

Sika Brasil Av Dr Alberto Jackson Byington, 1525 Vila Menck – Osasco – SP CEP: 06276-000 Brasil	Tel.+55 11 3687 4600 Fax+55 11 3601 0288 e-mail : consumidor.atendimento@br.sika.com www.sika.com.br

ANEXO – O – Ficha técnica Muraplast FK 101

CONSTRUIR É CUIDAR

Muraplast FK 101

Aditivo plastificante multifuncional retardador de pega

Propriedades

- Pronto para usar
- Reduz a tensão superficial da água de mistura
- Boa dispersão das partículas de cimento
- Melhora da trabalhabilidade
- Ganho de tempo devido à facilidade da aplicação do concreto
- Melhoria o adensamento junto à armadura
- Provoca um pequeno retardo no tempo de pega
- Permite ótimas formulações de concreto
- Permite uma manutenção da trabalhabilidade adequada nos ambientes quentes

Áreas de aplicação

- Concreto usinado ou dosado na obra
- Concreto bombeável
- Concreto protendido

Aplicação

Método de atuação

Muraplast FK 101 age como um agente dispersor das partículas de cimento, evitando sua aglomeração e reduzindo a tensão superficial da água da mistura. Como conseqüência da melhor distribuição das partículas de cimento e do agregado, obtém-se uma melhora na coesão e trabalhabilidade do concreto.

Concretos produzidos com Muraplast FK 101 possuem uma pasta de cimento mais densa e homogênea, bem como uma redução da permeabilidade.

Através da possibilidade de redução do volume de água da mistura, mantendo-se a mesma consistência e consumo de cimento, obtêm-se uma mistura com um fator água/cimento menor e, portanto com maiores resistências e menos capilaridades.

Caso o volume de água não seja reduzido, obtém-se uma melhora da trabalhabilidade do concreto, o que reduzirá a necessidade de adensamento.

Muraplast FK 101 também pode ser utilizado em conjunto com aditivos superplastificantes, incorporadores de ar e retardadores.

Mistura

Muraplast FK 101 deve ser adicionado no decorrer do processo de mistura ou no final para ajustes da trabalhabilidade. A utilização de equipamento de dosagem adequado é necessária.

Os tempos de mistura, as normas e as recomendações técnicas para a produção, processamento e cura do concreto e concreto armado devem ser observadas.

Recomendamos que testes preliminares sejam executados antes da utilização em grande escala.

Segurança

Verifique sempre as informações sobre segurança existentes nos rótulos das embalagens.

ANEXO – P – Ficha técnica Muraplast FK 101

CONSTRUIR É CUIDAR

Dados Técnicos – Muraplast FK 101			
Característica	**Unidade**	**Valor**	**Observações**
Densidade	g/cm^3	1,20	
Dosagem	%	0,2 a 1,0	sobre o peso do cimento

Características – Muraplast FK 101	
Tipo de produto	Plastificante multifuncional retardador
Estado	Líquido
Cor	Marrom
Armazenagem	Armazenar os tambores em local seco, coberto e arejado.
	Para entregas a granel o produto deve ser mantido dentro dos reservatórios instalados em local previamente definido.
Validade	12 meses a partir da data de fabricação
Embalagens	Tambor de 240 kg, peso líquido Granel
Descarte	Para a preservação do meio ambiente, favor esvaziar completamente as embalagens.

Nota: As informações contidas nesta ficha técnica estão baseadas em nossa experiência e no melhor do nosso conhecimento, porém devem ser ajustada a cada projeto, aplicação e principalmente às condições locais. Nossos dados se referem às práticas aceitas na engenharia que devem ser considerados durante a aplicação. Não nos responsabilizamos por aplicações erradas. Recomendações verbais diferentes das contidas aqui, não são válidas sem a confirmação por escrito da MC-Bauchemie.

Edição 11/2015. Esta ficha técnica substitui a anterior. Caso seja necessária atualização, uma nova edição pode ser impressa em substituição a esta.