

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
044-500 – TRABALHO DE FORMATURA

O EMPREGO DE AREIAS DE DESMONTE HIDRÁULICO EM
ARGAMASSAS

CHENG ISUNG SEN

ORIENTADOR: PROF. DR. LINDOLFO SOARES

MONOGRAFIA DE FORMATURA

(TF – 2005/N. 06)

SÃO PAULO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900018045

**O Emprego de Areias de Desmonte Hidráulico em
Argamassas**

Cheng Isung Sen

Monografia de Trabalho de Formatura



Banca Examinadora

Prof. Dr. Lindolfo Soares

Prof. Dr. Gláucia Cuchieratto

Prof. Dr. Lilia Mascarenhas Sant'Agostino

São Paulo

2005

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-USP
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
044-500 – TRABALHO DE FORMATURA**

**O EMPREGO DE AREIAS DE DESMONTE HIDRÁULICO EM
ARGAMASSAS.**

CHENG ISUNG SEN

ORIENTADOR: Prof. Dr. LINDOLFO SOARES



MONOGRAFIA DE FORMATURA

(TF – 2005/Nº 06)

São Paulo

TF
C518
IS 2



Agradecimentos

Agradeço, inicialmente ao Professor Dr. Lindolfo Soares pela orientação, pela amizade e estímulo;

A mineração Viterbo Machado Luz Ltda por ter fornecido o material para o desenvolvimento do trabalho, ao Engenheiro de Minas João Manoel S. Braga e à Geóloga Fernanda Nishiyama por me ajudado na etapa inicial de coleta e transporte do material da mineradora ao IPT.

Ao Laboratório de Tratamento de Minérios do Departamento de Engenharia de Minas e do Petróleo EPUSP, ao Alfredo e Tico pela orientação, amizade e atenção.

Ao Laboratório de Caracterização Tecnológica – PMI –EPUSP em especial aos Geólogos André e Liz.

Ao pessoal do Laboratório de Concreto do Agrupamento de Materiais de Construção Civil, da Divisão de Engenharia Civil do IPT, especialmente ao Pedro Carlos Bilesky pela atenção e ajuda nas etapas de preparo do material e dos ensaios Tecnológicos.

Ao pessoal do Laboratório de Petrografia Sedimentar do Instituto de Geociências da USP, em especial aos Prof. Dr. Paulo César Fonseca Gianinni, Prof. Dr. André e Prof. Dr. Isaac.

Aos colegas Carra, André, aos meus pais, e minha família por toda compreensão, atenção, apoio psicológico e auxílio financeiro.

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO.....	2
2. RESUMO.....	2
3. ABSTRACT.....	2
4. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	3
4.1 Justificativas e Motivação da Pesquisa.....	3
4.2 Objetivos.....	4
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
5.1 Definições e Conceitos	4
5.2 Trabalhos Nacionais	5
6. OBJETO DE ESTUDO	6
6.1 Localização e Acesso.....	6
6.2 Geologia Local.....	6
6.3 Descrição do Empreendimento.....	7
6.4 Método de Lavra e Beneficiamento.....	8
7. MATERIAIS E METÓDOS.....	13
7.1 Amostragem e Coleta de Dados.....	13
7.1.1 Preparação das Areias em Laboratório	13
7.1.2 Caracterização Tecnológica	15
7.2 Ensaio Físicos.....	19
7.2.1 Composição granulométrica e os resultados obtidos em laboratório – Parâmetro Tecnológico.	19
7.2.2 Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis - Índice de qualidade.	23
7.2.3 Determinação de Impurezas Orgânicas - Índice de qualidade.	24
7.2.4 Determinação da Massa Específica por meio do frasco de Chapman – Parâmetro Tecnológico.	25
7.3 Parâmetro Tecnológico - Mineralogia	26
7.3.1 Apreciação Petrográfica.....	26
7.4 Dosagem experimental para obter o índice de consistência	30
7.4.1 Consistência e Moldagem dos Corpos de Prova Cilíndricos.....	30
7.4.2 Determinação da resistência a Compressão do Concreto	34
7.4.3 Preparo de material para o ensaio de Determinação de reação álcali/agregados pelo método acelerado e resultados	36
8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	41
9. CONCLUSÕES	42
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS E FOTOS

Foto 01 Vista geral da Mineradora Viterbo.....	7
Foto 02 Areia comercializada pela Viterbo.....	8
Foto 03 - Vista da cava seca onde foram coletada as amostras de areia proveniente do maciço alterado, observa-se o desmonte hidráulico através de jatos de água.....	9
Foto 04 - Bacia de decantação onde se deságua o material overflow.....	10
Foto 05 - Classificador Espiral.....	11
Foto 06 – Destacando a pilha de estocagem onde foram coletado a amostra a ser estudado.....	13
Foto 07 –Pilha de homogeneização (amostra de areia de desmonte hidráulico / Parelheiros).....	14
Foto 08- Conjunto de peneira.....	15
Foto 09 - A solução padrão à direita e solução do agregado a esquerda de coloração mais clara que a padrão.....	25
Foto10: Mostra o frasco de Chapman, necessário duas medições onde se pode concluir o valor da massa específica através da média das duas medições.....	26
Foto 11 - Material de malha #14 (1,2 mm), notar grãos de quartzo subangulares.....	28
Foto 12- Material malha # 100 (0,15 mm), notar predominância de grãos de quartzo.....	28
Foto 13 -Material passante da mesh # 100 (0,15 mm), notar predominância de grãos de aspecto mais liso.....	29
Foto 14 – Faixa granulométrica entre as malhas mesh # 48 (0,3 mm) nota-se grãos com superfície mais polida.....	29
Fotos 15 e 16 – Obtenção do índice de consistência através do paquímetro e a mesa de consistência onde é determinado o índice de consistência para o molde de cada fração.....	31

Foto 17 - Observa-se a moldagem dos corpos de prova usando um soquete de metal.....	32
Foto 18 – Desmoldagem dos corpos de prova.....	32
Fotos 19 e 20 – Capeamento superficial dos corpos de prova com solução de enxofre mais pozolana.....	33
Foto 21 - Ensaio de Compressão Simples.....	34
Foto 22 Barras de expansibilidade feitas com areia coletada em campo destacando as 3 frações.....	40
Foto 23 – Aparelho que mede possíveis expansões da barra feita com agregado estudado.....	41
Figura 1- Fluxograma de Produção da Viterbo Mineração.....	12
Figura 2 - Fluxograma de desenvolvimento inicial dos trabalhos e ensaios laboratoriais.....	17
Figura 3 -Histograma da distribuição granulométrica da amostra de areia fina.....	20
Figura 4- Histograma da distribuição granulométrica da amostra de areia média.....	21
Figura 5 - Histograma da distribuição granulométrica da amostra de areia grossa.....	22
Figura 6- Módulo de finura das areias estudadas.....	22
Figura 7- Avaliação da determinação do grau de arredondamento.....	27
Figura 8 - Gráfico comparativo de resistência à compressão simples em MPa de 4 tipos de areia.....	36
Figura 09 – Localização da mineradora Viterbo.....	s/n
Figura 10- Localização da mineradora no mapa regional da Grande São Paulo.....	s/n
Figura 11 - Carta Geológica da Região Sul da Grande São Paulo – Destacando na figura o Distrito de Parelheiros e a localização da mineradora Viterbo.....	s/n

Tabela 1. Distribuição granulométrica da areia resultante do desmonte hidráulico da fração fina.....	19
Tabela 2. Distribuição granulométrica da areia resultante do desmonte hidráulico da fração média.....	20
Tabela 3. Distribuição granulométrica da areia resultante do desmonte hidráulico da fração grossa.....	21
Tabela 4 mostra os valores obtidos de material pulverulentos da amostra de areia.....	24
Tabela 5 com valores de teor de argila e as massas finais e iniciais da amostra.....	24
Tabela 6 leitura de volume e o valor da massa específica obtida no frasco de Chapman.....	26
Tabela 7 Massas de aglomerante, de agregado e da água utilizada para a elaboração dos corpos de prova e o respectivo índice de consistência.....	30
Tabela 8 Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura.....	35
Tabela 09 Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura.....	35
Tabela 10- Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura.....	35
Tabela 11- Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura.....	35
Tabela 12 – Valores de referência para determinação de materiais deletérios Fonte: Norma ASTM-C – 1260/94.....	37
Tabela 13 - resultado com os valores da areia fina.....	38
Tabela 14 -resultado dos valores das barras da areia média.....	38
Tabela 15 -resultado com os valores de barras de expansibilidade para areia grossa...	39

1. IDENTIFICAÇÃO

Unidade de Origem	Instituto de Geociências-USP
Nº / Título do Projeto	06/ O EMPREGO DE AREIAS DE DESMONTE HIDRÁULICO EM ARGAMASSAS
Nome do Aluno	Cheng Isung Sen
Nome do Orientador/ Departamento de procedência	Prof. Dr. Lindolfo Soares (EPUSP-PMI)
Local e Ano de Conclusão	São Paulo, 2005.

2. RESUMO

O presente trabalho discute e apresenta a determinação das características tecnológicas de areia resultante por desmonte hidráulico. Será adotada a seguinte metodologia de trabalho, que constituirá de amostragem do material em campo, levantamento bibliográfico referente ao tema de agregados miúdo e de ensaios laboratoriais. Isto é fundamental, pois a diferente procedência/processo de obtenção determina as características do material no que diz respeito a seus parâmetros tecnológicos e índices de qualidade do agregado após o beneficiamento, como exemplo a granulometria, mineralogia, forma e textura dos grãos, além também de avaliar o desempenho do agregado miúdo estudado em concreto.

3. ABSTRACT

The present work argues and presents the determination of the technological characteristics resultant sand for hydraulic excavation. That is basic, therefore the different source /procedure of attainment determine the characteristics of the material in that it says respect after its technological parameters of the sand and quality factors of the aggregate produced after processing the improvement, as example the graw analyse, mineralogy, form and texture of the graw, an evaluation of it's performance study as fine aggregate for concrete

4. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

4.1 Justificativas e Motivação da Pesquisa

A produção de areia no estado de São Paulo ocupa um importante papel tanto no mercado produtor como consumidor de agregados, em especial na RMGSP (Região Metropolitana da Grande São Paulo) em que ocupa o posto de maior centro consumidor de areias de construção civil do país, com um consumo avaliado em 25 milhões m³/ano (Born *et al.*, 1996; Soares *et al.*, 1996).

Os principais locais de produção de areia são várzeas e leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos compostos, a qual são regiões geologicamente favoráveis à existência de reservas de areia de boa qualidade.

No Brasil, em geral 70% da areia produzida provém de leitos de rios e 30,0% são em várzeas. No Estado de São Paulo, a relação é diferente, 45% é proveniente de várzeas, 35,0% de leitos de rios e o restante de outras fontes. Cerca de 2.000 empresas se dedicam à extração de areia, na grande maioria, pequenas empresas familiares, gerando cerca de 45.000 empregos diretos. Desse total, 60,0% produzem menos de 10.000 t/mês; 35,0% entre 10.000 e 25.000 t/mês e 5,0% mais que 25.000 t/mês (Valverde, DNPM 2001)

A areia caracteriza-se pelo baixo valor agregado e grande volume produzido. O transporte responde por cerca de 2/3 do preço final do produto, o que impõe a necessidade de produzi-las o mais próximo possível do mercado consumidor, que são os aglomerados urbanos. O maior problema para o aproveitamento das reservas é a urbanização crescente que esteriliza importantes depósitos ou restringe a extração. A ocupação do entorno de pedreiras por habitações e restrições ambientais à utilização de várzeas e leitos de rios para extração de areia criam sérios problemas para as lavras em operação. Em consequência, novas áreas de extração estão cada vez mais distantes dos pontos de consumo, encarecendo o preço final dos produtos. A Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, importa quase toda areia que consome, sendo boa parte de locais que ficam a mais de 100 km (Valverde, DNPM 2001).

Segundo Cuchierato (2000) a mineração de agregados para construção civil possui características típicas como grandes volumes de produção, beneficiamento simples, baixo preço unitário, alto custo relativo de transporte e necessidade de proximidade das áreas produtoras/ local de consumo.

Em 2002, foram produzido 229,6 milhões de toneladas de areia, a qual houve um decréscimo de 3,26% em relação a 2001. O Estado de São Paulo é o principal produtor respondendo por 32,8% da produção nacional. Outros grandes estados produtores são: Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Destacam-se como os principais pólos de produção de areia as regiões do Vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo, que responde por cerca de 25,0% da produção paulista e 10,0% de toda a produção nacional. Outras grandes regiões produtoras são Sorocaba, Piracicaba e Vale do Rio Ribeira de Iguape, também no Estado de São Paulo; Seropédica, Itaguaí, Barra de São João e Silva Jardim no Estado do Rio de Janeiro, os rios Guaíba, Caí e Jacuí, no Estado do Rio Grande do Sul, Vale do Rio Itajaí, em Santa Catarina, Várzea do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba, Vale do Rio Tibagi no município de Ponta Grossa (PR) e o Rio Paraná na Região de Guairá /PR.

No segmento do consumo de areia no país, verificou-se que 50,0% da produção foi destinada à fabricação de concreto e pré-fabricados e os 50,0% restantes para argamassas em geral. Com um consumo, em 2002, de 37,5 milhões de toneladas, a Região Metropolitana de São Paulo é o maior mercado consumidor de areia.

Diante da grande necessidade do uso de agregados, a determinação das características tecnológicas tem um papel fundamental, tanto para a lavra quanto para o beneficiamento, visando sempre obter um produto final com maior qualidade e valor agregado.

4.2 Objetivos

Este projeto tem como meta principal a determinação de características tecnológicas (parâmetros tecnológicos e índices de qualidade) de areia originado por desmonte hidráulico, aplicado em argamassa.

Além de tentar também determinar a avaliação do desempenho da areia, considerando sua utilização como agregado miúdo para concretos, possibilitando dessa forma contribuir para um melhor aproveitamento da areia por desmonte hidráulico.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Definições e Conceitos

Os conceitos de “areia” e “agregado miúdo” ainda são muito confundidos atualmente, apesar da vasta quantidade bibliográfica disponível. Na indústria da construção civil o uso do termo agregado miúdo é facilmente substituído pelo termo areia numa linguagem mais informal.

Segundo Prentice (1990) o termo areia implica em uma origem natural como praias e dunas, apesar da indústria de construção civil poder obter esse material através de britagem de rochas.

No aspecto mineralógico cuja composição essencial da areia é o quartzo, segundo a definição de Azevedo *et al.* (1990), é um bem mineral constituído predominantemente de quartzo, de origem por alteração de rochas ricas nesse mineral, como granitos.

No aspecto granulométrico a classificação usada por sedimentologistas é diferente a que é usada para classificação de agregados miúdos. Como exemplo a escala granulométrica de Wentworth-Udden define o limite superior da areia em 2 mm.

Na norma NBR 6491 (ABNT, 1985) define a areia como um material constituído por grãos minerais cujo diâmetro máximo superior a 0,05 mm e inferior a 4,8 mm, entretanto na norma NBR 7211 (ABNT, 1983) o agregado miúdo para concreto corresponde a uma determinada faixa granulométrica do mineral areia, com dimensões mínima entre 0,075 mm e máxima de 4,8 mm.

Petrucci (1971) no seu estudo dos concretos de cimento Portland define “agregados” como material granular, sem forma ou volumes definidos, geralmente inerte de dimensões e propriedades para uso em obras de engenharia. Os agregados naturais são aqueles já encontrados na natureza sob a forma de agregados como areias, pedregulhos ou seixos rolados.

Por sua vez a denominação de agregados artificiais são aqueles que necessitam de trabalho de afeiçoamento pela ação do homem, até se obter um material que seja viável em uso como agregado, como exemplo agregados obtidos por moagem de fragmentos maiores.

O termo “agregado miúdo” tem sua definição relacionada ao emprego dado a um determinado material. A areia, por sua vez não considera o destino dado ao material e sim as suas características geológicas como a sua gênese e propriedades físicas, empregado amplamente como agregado miúdo na preparação de concretos e argamassas.

5.2 Trabalhos Nacionais

Atualmente para a temática de agregados miúdo existe uma vasta quantidade de bibliografias, a maior parte delas é aplicada em concreto e argamassas em seus vários aspectos.

Nos trabalhos realizados sobre o tema podemos destacar Cuchierato (2000), Sant'Agostino & Kahn (1997), onde destacam se sobre a temática de caracterização tecnológica e mineralógica de areia de brita, Bauer (1994) enfoca um estudo mais específico e geral de agregados, Kihara (1986) aborda os aspectos mineralógicos da reação dos álcalis ativos/ reação álcali-agregado.

Em um outro enfoque podemos destacar Sabbatini (1986) no trabalho destaca as areias para argamassa de assentamento, Agopyan (1986) estudou a pureza dos agregados e sua importância. Em uma outra linha de pesquisa Soares *et al* (1996) em seu trabalho

sobre areia de brita como agregados para concreto compactado a rolo, e Zanchetta (2000) sobre os diferentes tipos de areia aplicados em argamassa, visando obter as características tecnológicas das areias estudadas.

6. OBJETO DE ESTUDO

6.1 Localização e Acesso

O porto de areia da Mineradora Viterbo localiza-se no extremo sul da Capital Paulista, região de Parelheiros.

O acesso a mineradora, a partir do centro de São Paulo, pode ser efetuada através das Avenidas 23 de Maio, Rubem Berta, Moreira Guimarães, Waghshiton Liuz, Senador Tetônio Vilela até a estrada Velha de Varginha no sentido Bairro próximo do número 4200 (figura 09)

6.2 Geologia Local

O embasamento da RMGSP situa-se no Cinturão de Dobramento Ribeira (Hasui *et al.* 1975), composto por rochas supracrustais de médio a baixo grau metamórfico, onde predominam rochas gnáissicas migmatíticas. Há ocorrência de rochas graníticas de diferentes gerações na região onde intrudiram as rochas supracrustais de período referente ao ciclo Tectônico Brasileiro.

Na região da mineradora Viterbo está inserida no contexto geológico das rochas Pré-Cambrianas (figura 11), onde predominam rochas graníticas a granodiotitos normais ou em parte gnáissicos, equigranulares ou porfiróides Migmatitos e Gnaisses graníticos, podem achar-se cizalhados até gnaisses miloníticos em zonas de movimentação tectônica intensificada.

6.3 Descrição do Empreendimento

A mineradora Viterbo comercializa areia para construção civil há várias décadas, fornecendo material principalmente para a região sul da capital paulista. Os materiais comercializados na mineradora são pedrisco e principalmente areia em suas três frações diferentes (areia fina, média, e grossa). A foto 01 mostra um panorama geral da Mineradora Viterbo, mostrando uma área central onde é feita a operação ~~de lavra~~, e em torno da mineradora é recoberta por uma vegetação mais densa.

Na foto 02 mostra o material da etapa final de beneficiamento, já pronto para ser comercializado pela mineradora Viterbo.



Foto 01 Vista geral da Mineradora Viterbo

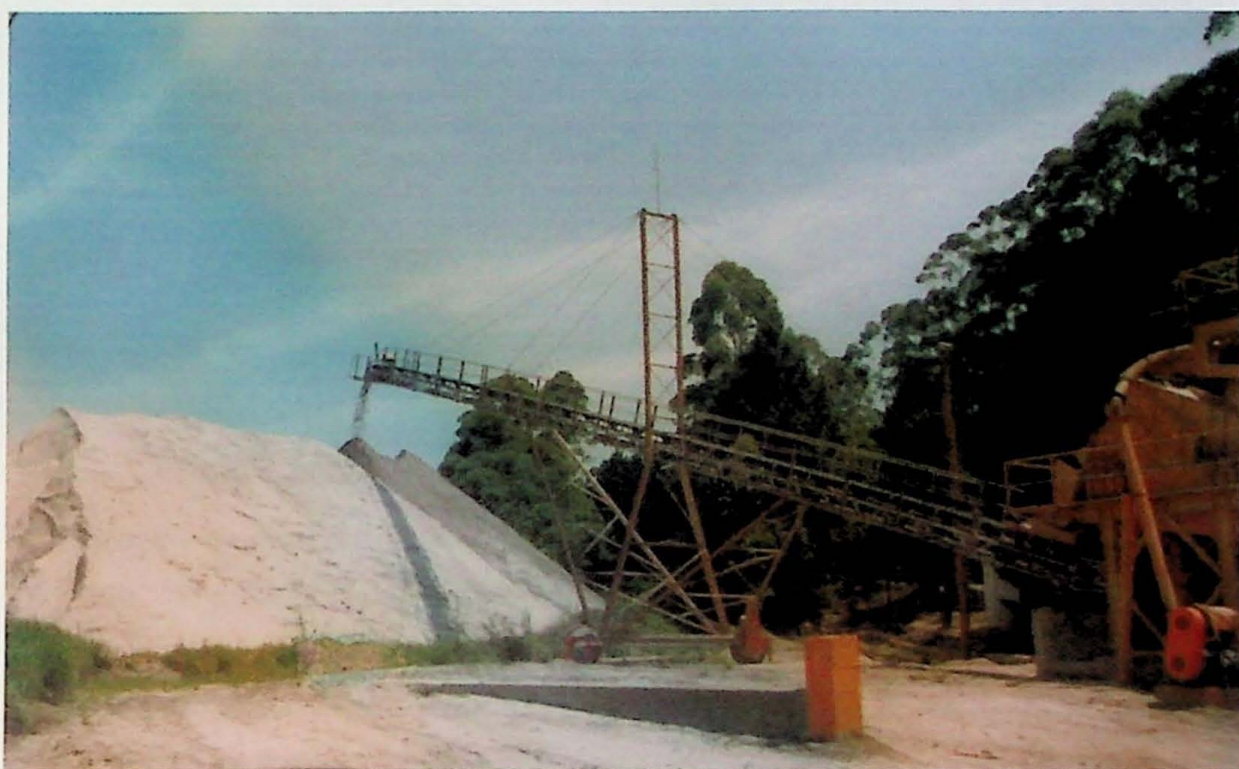


Foto 02 Areia comercializada pela mineradora Viterbo

6.4 Método de Lavra e Beneficiamento

O método de lavra predominante na mineradora Viterbo é a lavra em cava seca por desmonte hidráulico (foto 03), através de jatos de água onde é desmontado o material hidráulicamente a partir do granito intemperizado, onde é coletado o material desmontado e carregado através de draga estacionária munida de bombas centrífugas (de mistura e água limpa), todas acionadas por polia através de um motor elétrico.

O método da cava seca é um método muito empregado na extração de areia nos depósitos de planície fluvial, de formações e coberturas de idade terciária (65- 2,5 M.a) e de manto de alteração de rochas cristalinas. A extração é feita por desmonte hidráulico em uma cava nas proximidades de um rio (IPT, 1990).



Foto 03 - Vista da cava seca onde foram coletadas as amostras de areia proveniente do maciço alterado, observa-se o desmonte hidráulico através de jatos de água.

O maciço alterado onde é extraído o minério de areia é proveniente de uma rocha granítica intemperizada a qual são desmontadas hidráulicamente e caracterizada como uma rocha de coloração cinza esbranquiçada, com textura granular hipidiomórfica, com constituição mineralógica predominantemente quartzo e Feldspato, apresenta uma textura equigranular média (0,5 a 5,0 mm) exibindo raros megacristais centimétricos de microclínio, destacando a biotita entre outros minerais (Soares *et al*, 1997), estão dispostos em forma de bancadas de 10 metros por 15 metros com inclinação de 45° em direção a Berna.



Foto 03 - Vista da cava seca onde foram coletada as amostras de areia proveniente do maciço alterado, observa-se o desmonte hidráulico através de jatos de água.

O maciço alterado onde é extraído o minério de areia é proveniente de uma rocha granítica intemperizada a qual são desmontadas hidraulicamente e caracterizada como uma rocha de coloração cinza esbranquiçado, com textura granular hipidiomórfica, com constituição mineralógica predominantemente quartzo e Feldspato, apresenta uma textura equigranular média (0,5 a 5,0 mm) exibindo raros megacristais centimétricos de microclínio, destacando a biotita entre outros minerais (Soares *et al*, 1997), estão dispostos em forma de bancadas de 10 metros por 15 metros com inclinação de 45° em direção a Berna.

A polpa é descarregada por meio de tubos até a área de beneficiamento onde são separados os fragmentos maiores, fragmentos vegetais, torrões de argila, por meio de grelha e peneiras estáticas.

Após a fase de separação entra em operação a lavagem e a desagregação, esta operação é realizada antes do peneiramento e classificação.

Na operação de lavagem e desagregação consiste do revolvimento de partículas suspensas na polpa, em equipamentos apropriados que promovem a desagregação e lavagem das partículas menos consolidadas e recobertas por silte e/ou argila. O overflow constituído de silte e argila é descartado em um tanque ou bacia de decantação (Foto 04). O material limpo é descarregado por underflow.

O peneiramento segundo Whitaker (2001), é uma operação de separação de uma população de partículas em duas frações de tamanhos diferentes, mediante a sua

apresentação a um gabarito de abertura fixa e pré-determinada. Cada partícula pode passar ou ficar retida. Os produtos chamam-se oversize (retido) e undersize (passante).

O processo de peneiramento na Viterbo Mineração é realizado por uma peneira estática que separa o material grosso constituído principalmente por cascalho.

As ultimas operações na fase de beneficiamento é a classificação do material e o desaguamento após a operação de peneiramento a classificação do material consiste em separar uma população de partículas em duas outras populações uma com população mais grossa e outra em uma população de partículas mais fina. Na operação de desaguamento representa simplesmente a eliminação de água em excesso do produto final

A classificação e o desaguamento na Viterbo Mineração são feitos através de hidrociclones e classificadores espirais (foto 4)



Foto 04 - Bacia de decantação onde se deságua o material overflow



Foto 05 - Classificador Espiral

Na figura 01 é apresentado um fluxograma com as etapas de produção de areia na Mineração Viterbo

Fluxograma de Produção

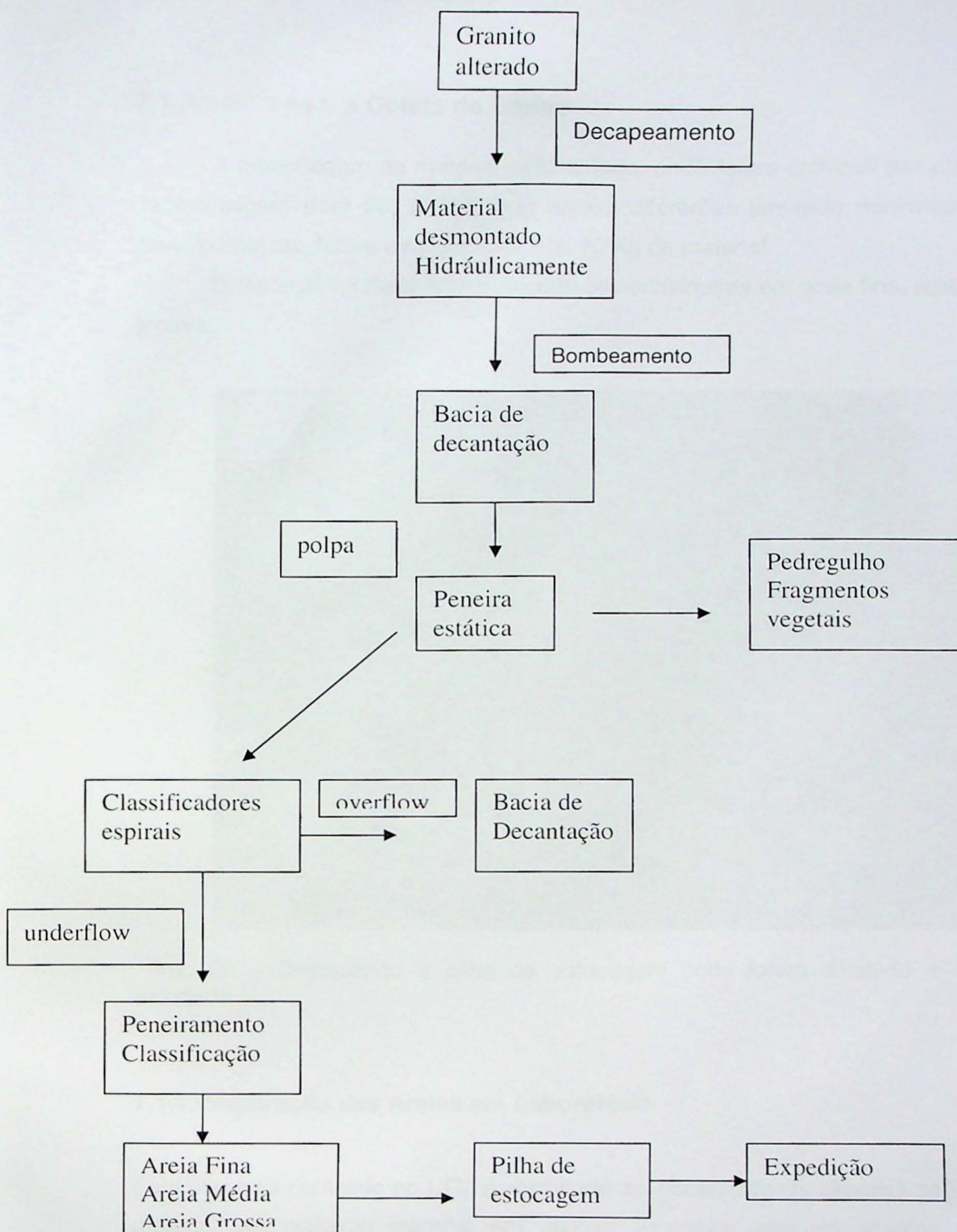


Figura 1- Fluxograma de Produção da Viterbo Mineração

7. MATERIAIS E METÓDOS

7.1 Amostragem e Coleta de Dados

A amostragem do material para estudo, onde foram colhidos em campo três pilhas de estocagem (foto 06) distinta em pontos diferentes tentando minimizar as diferenças granulométricas, foram coletados ao todo 60 Kg de material.

O material coletado está separado comercialmente em areia fina, areia média e areia grossa.

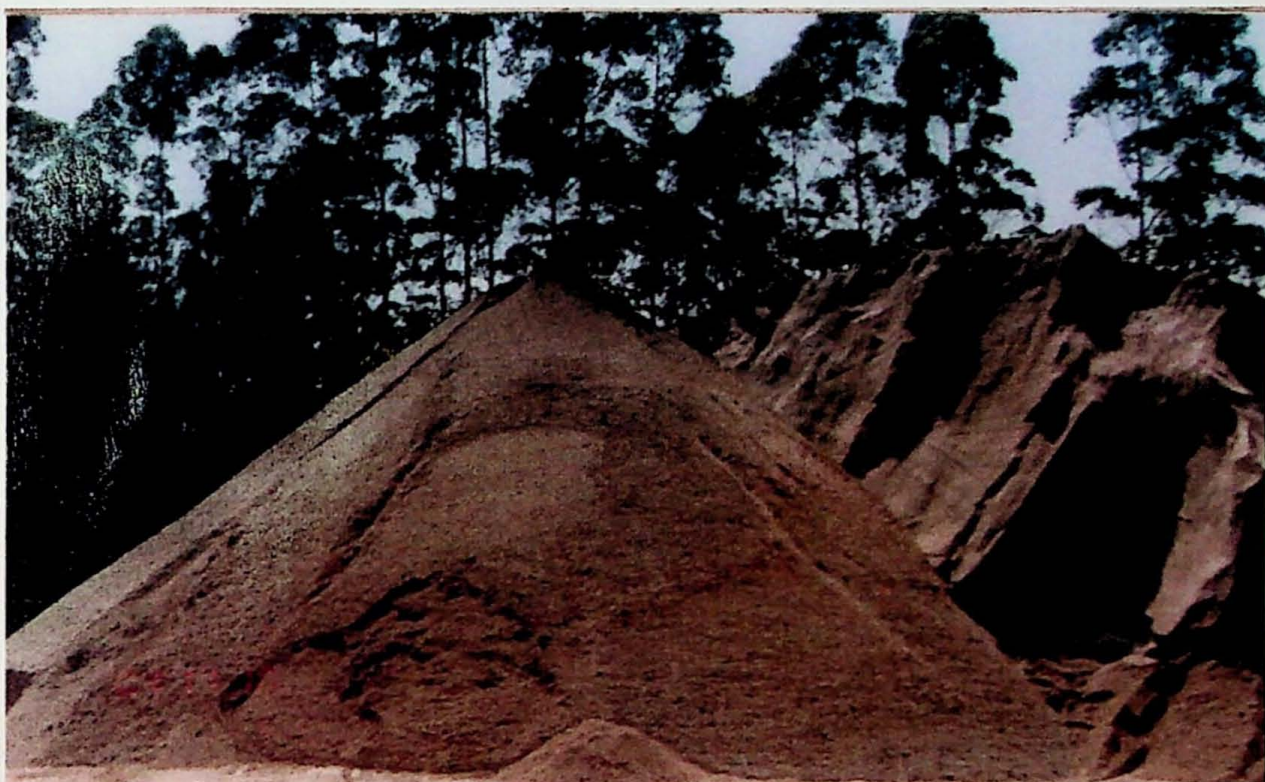


Foto 06 – Destacando a pilha de estocagem onde foram coletado a amostra a ser estudado

7.1.1 Preparação das Areias em Laboratório

Esta etapa foi realizado no LTM (Laboratório de Tratamento de Minério) da EPUSP, após o material ser coletado material em campo, iniciou-se com os ensaios para obter as características tecnológicas da areia.

A seqüência de preparação da amostra compreendeu:

- a secagem das amostras em estufa à 105° C por 24 horas;
- desagregação e homogeneização (foto 07);
- Separação de 3 alíquotas de aproximadamente 1 Kg para peneiramento;
- Pesagem da amostra inicial em balança de precisão (0,01 g);

- Peneiramento por 15 minutos em série de peneiras com as seguintes aberturas: 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm e 0,15 mm (foto 08);
- Pesagem das frações em balança de precisão.



Foto 07 – Pilha de homogeneização (amostra areia de desmonte hidráulico/ Parelheiros)



Foto 08- Conjunto de peneira usadas na fase de peneiramento

7.1.2 Caracterização Tecnológica

Na etapa de obtenção das propriedades do agregado foi usada a definição de Ferreira (1985), a qual foi dividida nas seguintes categorias:

- 1) **Parâmetros Tecnológicos:** tem a finalidade à classificação do agregado miúdo, que inclui a distribuição granulométrica, módulo de finura, forma e textura superficial dos grãos, massa específica;
- 2) **Índices de Qualidade:** têm a finalidade de avaliar a potencialidade ou restrições do uso do agregado miúdo em concreto, que inclui a pesquisa de substâncias deletérias (teor de argila em torrões, materiais pulverulentos, minerais deletérios e partículas mecanicamente frágeis) dentro dos agregados miúdos.

Segundo Frazão (2002) as rochas e os materiais pétreos devem passar por uma caracterização tecnológica antes de serem utilizados, entretanto a caracterização tecnológica deve ser executada por procedimentos padronizados tanto para ensaios como para determinação e análises.

A padronização dos procedimentos representa uma normalização enquanto que o produto é chamado de uma norma.

Segundo Sbrighi Neto (2001) “norma Técnica” é o produto de um processo de sistematização realizado em um certo âmbito sobre determinado assunto técnico com participação dos interessados e aprovado por uma autoridade reconhecida.

Foi adotada para determinação das características tecnológicas da areia estudada a normalização da ABNT e do CMN (Comitê Mercosur de Normalizacion).

Foram estudados três parâmetros tecnológicos aplicados em agregados miúdos, que são as seguintes: parâmetro tecnológico, parâmetro de índice de qualidade, parâmetro de avaliação do desempenho da areia. O parâmetro tecnológico realizado consistiu nos ensaios de análise granulométrica e a massa específica, visando à distribuição granulométrica e a obtenção do módulo de finura no ensaio granulométrico, esse parâmetro tem objetivo de classifica-la como agregado miúdo.

No parâmetro de índice de qualidade foram realizados ensaios teor de pulverulentos e o teor de argila do material, tem como objetivo avaliar a potencialidade e restrições de uso em concreto.

O desempenho da areia no concreto na obtenção da resistência mecânica do agregado elaborando-se corpos de prova.

A seguir na figura 6, observa-se o fluxograma de desenvolvimento dos trabalhos e ensaios laboratoriais.

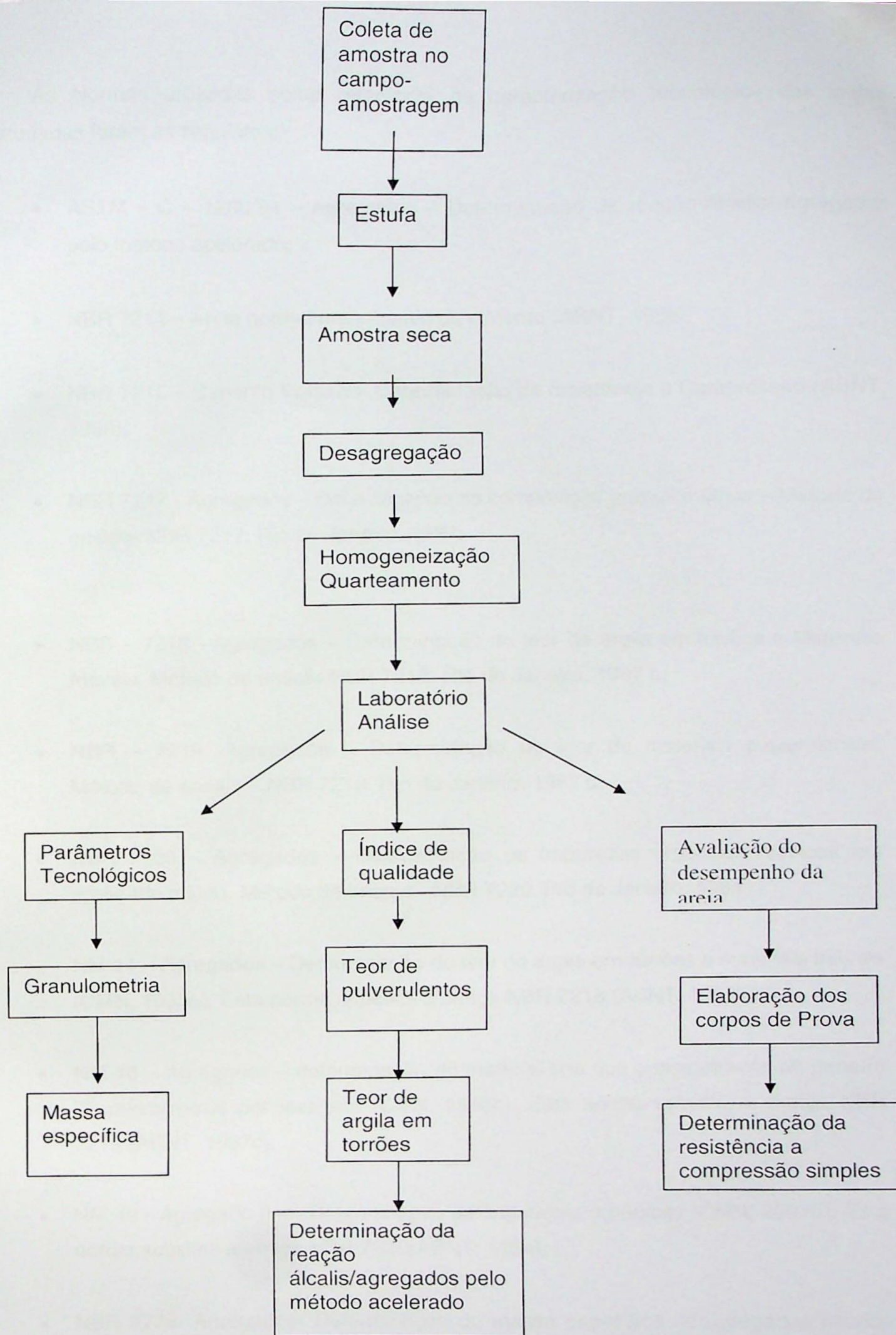


Figura 2 - Fluxograma de desenvolvimento inicial dos trabalhos e ensaios laboratoriais

As Normas utilizadas como referência na caracterização tecnológica das areias estudadas foram as seguintes:

- ASTM – C – 1260/94 – Agregados – Determinação da reação álcalis/ agregados pelo método acelerado;
- NBR 7214 – Areia normal para ensaio de cimento (ABNT, 1982);
- NBR 7215 – Cimento Portland- Determinação da resistência a Compressão (ABNT, 1995);
- NBR 7217 - Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio- NBR 7217. Rio de Janeiro, 1987;
- NBR – 7218 - Agregados – Determinação do teor de argila em torrões e Materiais friáveis. Método de ensaio-NBR 7218. Rio de Janeiro, 1987 b;
- NBR – 7219 -Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos. Método de ensaio – NBR 7219. Rio de Janeiro, 1987 c.
- NBR 7220 – Agregados – Determinação de Impurezas orgânicas húmicas em agregado miúdo. Método de ensaio - NBR 7220. Rio de Janeiro, 1984.
- NM 44 – Agregados – Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis (CMN, 1995a). Esta norma substitui a antiga NBR 7218 (ABNT, 1987b);
- NM 46 – Agregados – determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometros por lavagem (CMN, 1995c). Esta norma substitui a antiga NBR 7219 (ABNT, 1987c);
- NM 49 - Agregado fino- Determinação de impurezas orgânicas (CMN, 2001b). Esta norma substitui a antiga NBR 7220(ABNT, 1984);
- NBR 9776- Agregados- Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Método de ensaio (ABNT, 1987);

7.2 Ensaios Físicos

7.2.1 Composição granulométrica e os resultados obtidos em laboratório – Parâmetro Tecnológico.

Segundo Petrucci (1971) o conceito de composição granulométrica de um agregado miúdo é a proporção relativa expressa em porcentagem, dos diferentes tamanhos de grãos que se encontram constituindo o todo.

Nesta etapa os ensaios foram realizados no Laboratório de Concreto da Divisão de Engenharia Civil do IPT para a determinação da distribuição granulométrica

Os gráficos a e as tabelas abaixo representam os dados coletados dos ensaios realizados no laboratório de concreto do IPT.

Nesse ensaio utilizou-se a norma NBR-7211/83 e a norma NM 248 (CMN, 2001), a qual peso inicial utilizado neste ensaio foi de 669 gramas para areia fina, 606 gramas de areia média e 590 gramas de areia grossa respectivamente.

Todo material foi seco na estufa a 120 graus Celsius durante 24 horas, após esse período o material foi retirado e quartado em proporções com peso iguais, das três frações.

Separou-se o material em 3 alíquotas de aproximadamente 1Kg para peneiramento. Na fase de peneiramento as seguintes peneiras com abertura 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm e 0,15 mm, com pesagem das frações em balança de precisão (0,01 g).

Nas tabelas 2 abaixo representa a distribuição granulométrica da areia fina com seus parâmetros de dimensão máxima característica e o módulo de finura.

Tabela 1. Distribuição granulométrica da areia resultante do desmonte hidráulico da fração fina.

Peneira Abertura (mm)	1 Determinação		2 Determinação		Média	Acumulada %
	Retido (g)	Individual %	Retido (g)	Individual %	Individual %	
9,5	0	0	0	0	0	0
6,3	0	0	0,3	0,044	0	0
4,8	0,2	0,02	0,2	0,029	0	0
2,4	10,7	1,60	11,90	1,754	2	2
1,2	32,2	4,82	31,70	4,673	5	7
0,6	28,9	4,32	30,40	4,48	4	11
0,3	84,4	12,63	85,90	12,66	13	24
0,15	291,4	43,61	296,10	43,65	44	68
<0,15	220,4	32,98	221,80	32,70	33	
totais	668,2	100	678,30	100		112

Dimensões máxima característica (mm): 2,4

Módulo de finura: 1,12

Peso inicial: 669 g

No histograma da tabela areia fina pode observar há presença de mais finos retidos nas malhas menores que 0,3 mm.

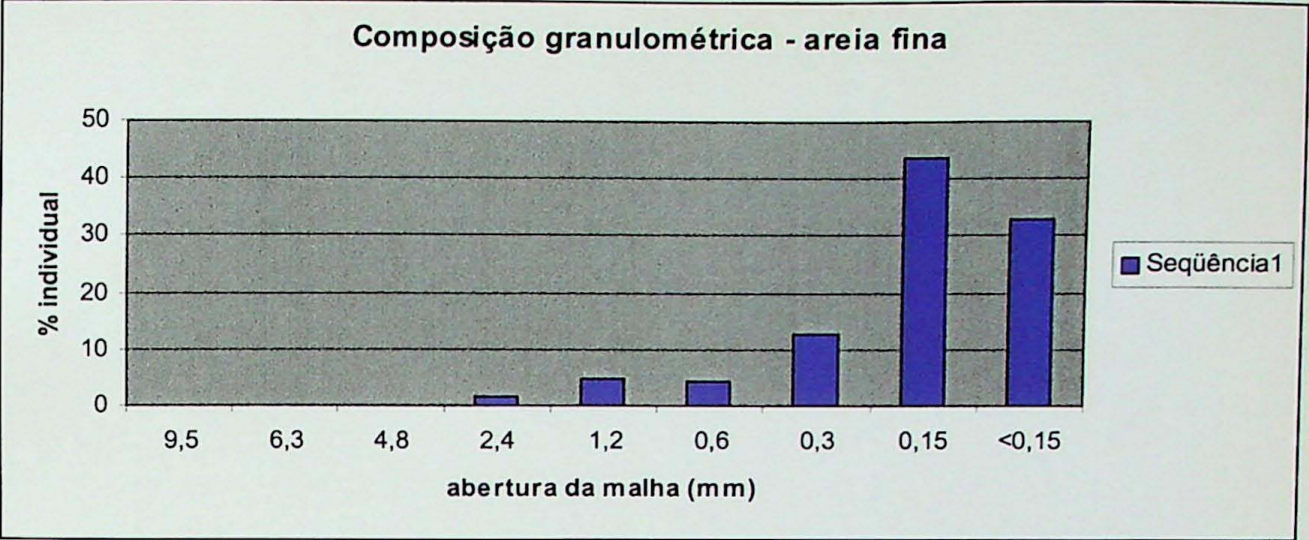


Figura 3 -Histograma da distribuição granulométrica da amostra de areia fina

Nas tabelas 3 abaixo representa a distribuição da areia média com seus parâmetros de dimensão máxima característica e o modulo de finura

Tabela 2. Distribuição granulométrica da areia resultante do desmonte hidráulico da fração média.

Peneira Abertura (mm).	1 Determinação		2 Determinação		Média	
	Retido (g).	Individual %	Retido (g)	Individual %	Individual %	Acumulada %
9.5	0	0	0	0	0	0
6.3	0.2	0.033	0	0	0	0
4.8	0.1	0,016	0	0	0	0
2.4	46.5	7.7	38,2	6.7	7	7
1.2	119.9	19.86	101,5	17,9	19	26
0.6	96	15.89	87	15,3	16	42
0.3	129.3	21.41	123.9	21,9	21	63
0.15	121	20.039	121.3	21,4	21	84
<0.15	90.8	15.038	92,7	16.4	16	
totais	603,8	100	564,60	100		222

Dimensões máxima característica (mm): 2,4

Módulo de finura: 2,22

Peso inicial: 606g

No histograma da tabela areia fina pode observar há presença de uma distribuição mais regular predominante entre abertura 1,2 a 0,15mm

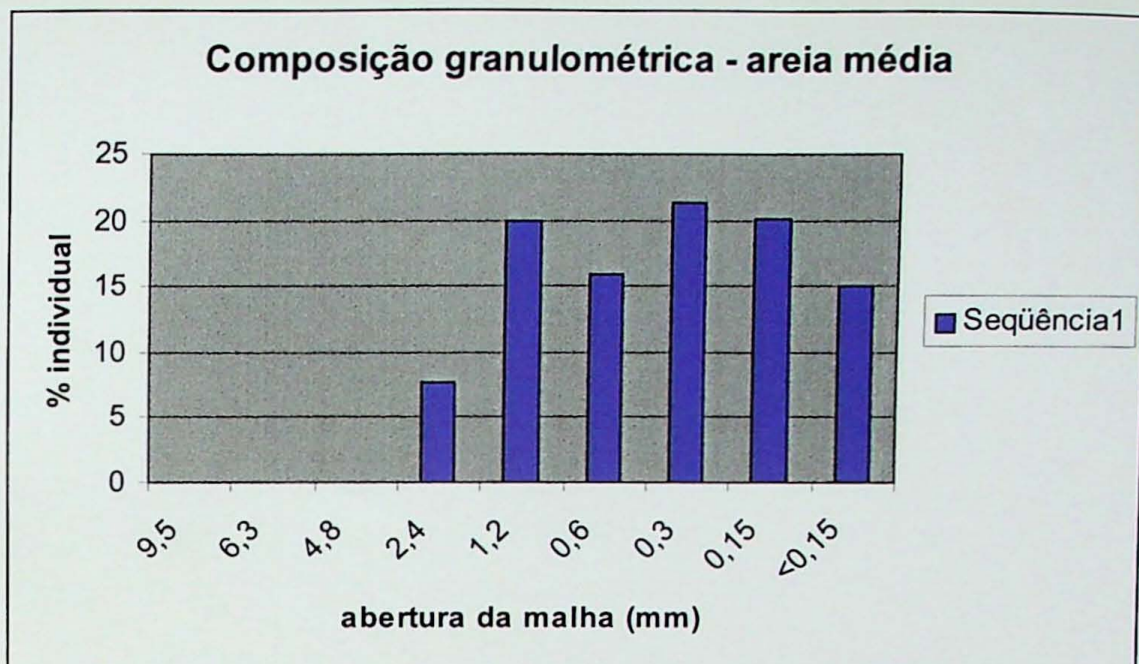


Figura 4- Histograma da distribuição granulométrica da amostra de areia média

Nas tabelas2 abaixo representa a distribuição da areia grossa com seus parâmetros de dimensão máxima característica e o modulo de finura

Tabela 3. Distribuição granulométrica da areia resultante do desmonte hidráulico da fração grossa.

Peneira Abertura (mm).	1 Determinação		2 Determinação		Média	
	Retido (g).	Individual %	Retido (g)	Individual %	Individual %	Acumulada %
9.5	0	0	0	0	0	0
6.3	2.2	0.374	1.5	0.269	0	0
4.8	4.7	0.800	0.9	0.1616	0	0
2.4	99.10	16.873	62	11.133	14	14
1.2	111.80	19.036	90.3	16.214	18	32
0.6	79.9	13.604	76.6	13.754	14	46
0.3	105.2	17.912	111.20	19.967	19	65
0.15	105	17.878	118.4	21.26	20	85
<0.15	79.4	13.519	96	17.23	15	
Totais	587.30	100	556.9	100		242

Dimensões máxima característica (mm): 2,4

Módulo de finura: 2,42

Peso inicial: 590g

No histograma da figura 3 a areia fina pode observar há presença de mais finos retidos nas malhas menores que 0,3 mm.

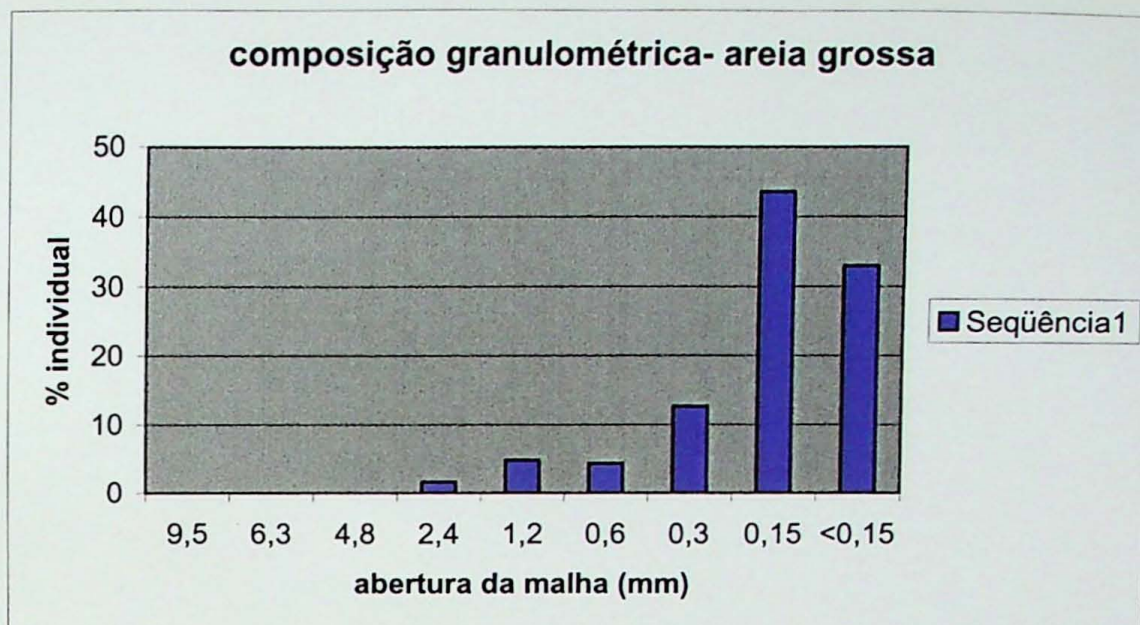


Figura 5 - Histograma da distribuição granulométrica da amostra de areia grossa

Na figura 10 - amostra o gráfico comparativo dos valores dos módulos de finura obtidos para areia fina, média e grossa.

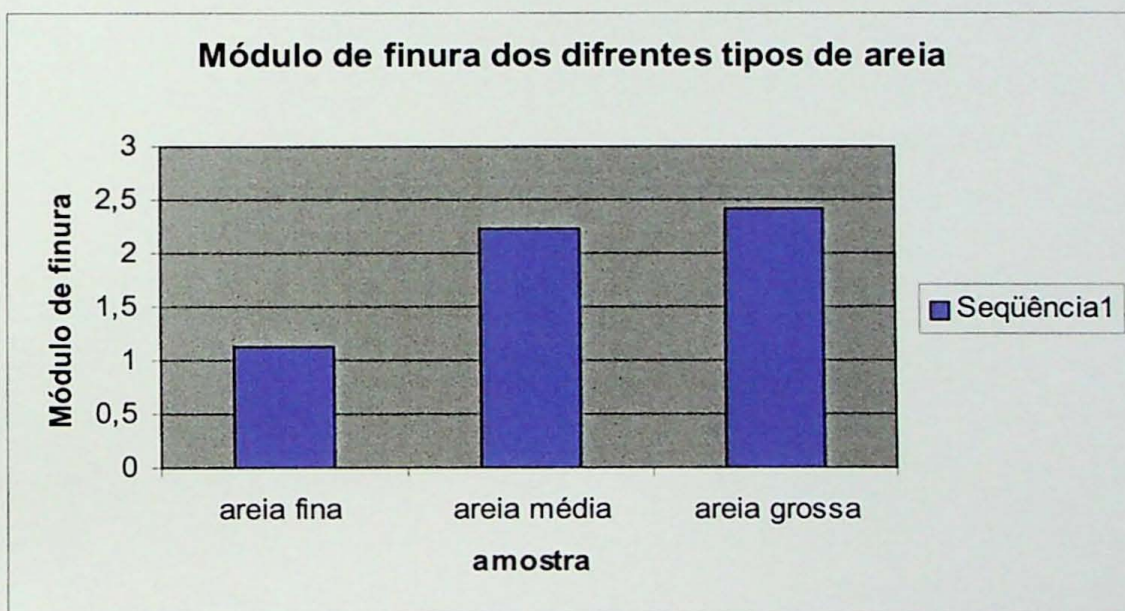


Figura 6- Módulo de finura das areias estudadas

Na análise granulométrica além da distribuição granulométrica pode-se obter também os parâmetros de módulo de finura e características dos fragmentos segundo Frazão (2002).

A dimensão característica corresponde à abertura da malha na qual 5% do material retido acumulado ou valor imediatamente inferior.

O módulo de finura (MF), segundo Neville (1997) é uma abertura média ponderada de uma peneira onde o material é retido contando-se as peneiras a partir da mais fina.

Segundo Frazão (2002) diferentes distribuições granulométricas podem fornecer um mesmo valor de módulo de finura, parâmetro esse útil na distribuição granulométrica de fragmentos, no módulo de finura pode-se classificar as areias destinadas ao concreto em grossa $MF > 3,9$, média $2,4 < MF < 3,9$ e fina $MF < 2,4$.

De acordo com o estudo realizado por Frazão (2002) a classificação das areias coletadas em campo ficou estabelecido por comparação com o módulo de finura que areias de fração média e grossa ficou determinado que essas duas frações estão no intervalo da fração média, enquanto que a fração fina foi determinada como na fração fina segundo o intervalo de classificação pelo módulo de finura.

7.2.2 Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis - Índice de qualidade.

Segundo Frazão (2002), são definidas materiais pulverulentos aquelas cuja dimensão é menor que 0,075 mm, abaixo estão o silte 0,002 a 0,074 mm e a argila menor que 0,002 mm, esses materiais podem ocorrer na forma de torrões, disperso no agregado ou revestindo na forma de uma película o agregado.

A argila em concretos e argamassas pode provocar a redução da resistência do produto final, em excesso a argila pode prejudicar a aderência as pasta de cimento na superfície do agregado, pela formação de uma película, impedindo a cristalização homogênea dos compostos de cimento, comprometendo a durabilidade e resistência do concreto.

Esse ensaio foi realizado no laboratório de concreto do IPT, regido pela norma NM 46 (CMN, 1995c), a qual separou-se uma quantidade a secar na estufa a 105°C durante 24 horas, determinando sua massa numa balança de precisão.

Colocou a amostra em um recipiente e recobrir com água. Agitar o material com auxílio de uma haste, de modo a provocar a separação e suspensão das partículas finas. Despejar a água cuidadosamente através da peneira com malha de abertura 0,075 mm, lançando o material retido na peneira de volta ao recipiente e repetir a operação de lavagem até que a água ficasse límpida.

Ao terminar a lavagem, o material é colocado no recipiente recoberto com água e mantido em repouso o tempo necessário para decantar as partículas, em seguida a água em excesso deve ser retirada com auxílio de biscoito para facilitar a posterior secagem em estufa.

O agregado lavado é seco e levado novamente a estufa a 105°C por 24 horas, obtendo-se a massa final.

Fórmula de obtenção do teor de material pulverulento

Teor de pulverulentos= (massa inicial-massa final)/massa inicial*100

A tabela 4 mostra os valores obtidos de material pulverulentos da amostra de areia

Massa inicial	Massa final	M1: 6,79%
M1: 597,90g	M1: 557,30 g	M2: 5,70%
M2: 594,30g	M2: 560,40g	Média: 6,245%

Tabela 4 com os valores obtidos em laboratório de materiais pulverulentos.

No ensaio de teor de argila foi consultada a norma NM 44(CMN, 1995a) para execução desse ensaio, onde foi utilizada uma massa inicial de 200gramas.

Nesse ensaio determinou-se a massa inicial da amostra (apenas a fração 1,2 mm e 4,8 mm), espalhou-se a amostra em uma bandeja de maneira a formar uma camada fina, tentar identificar as partículas em forma de torrões de argila ou materiais friáveis e pressiona-las entre os dedos de modo a desfaze-las. Após essa etapa repeneirar a amostra numa peneira com malha 0,6 mm e determinar a massa da amostra final.

Fórmula de obtenção do teor de material teor de argila

Teor pulverulentos= (massa inicial-massa final)/massa inicial*100

A tabela 6 apresenta os valores de teor de argila

Massa inicial	Massa final	% de teor de argila
200	119,30	0,035

Tabela 5 com valores de teor de argila e as massas finais e iniciais da amostra

7.2.3 Determinação de Impurezas Orgânicas - Índice de qualidade.

Nesse ensaio realizado no laboratório de concreto do IPT, foi utilizado a norma NBR NM-49 /01, por meio de comparação colorimétrica de uma solução obtida com a lavagem uma porção do agregado com hidróxido de sódio a 3% e água, com uma solução padrão constituída de ácido tânico a 2%, álcool e água.

Para um agregado livre de matéria orgânica ou com teores aceitáveis, a coloração da solução não deve ser mais escura que a solução padrão.

A figura 09 mostra a coloração da solução padrão à direita e a solução da amostra a esquerda, a qual foi classificada como mais clara que a padrão.

Frasco 1	200	395	395	2,56
Frasco 2	200	395	395	

Tabela 6 leitura de volume e o valor da massa específica obtida no frasco de Chapman

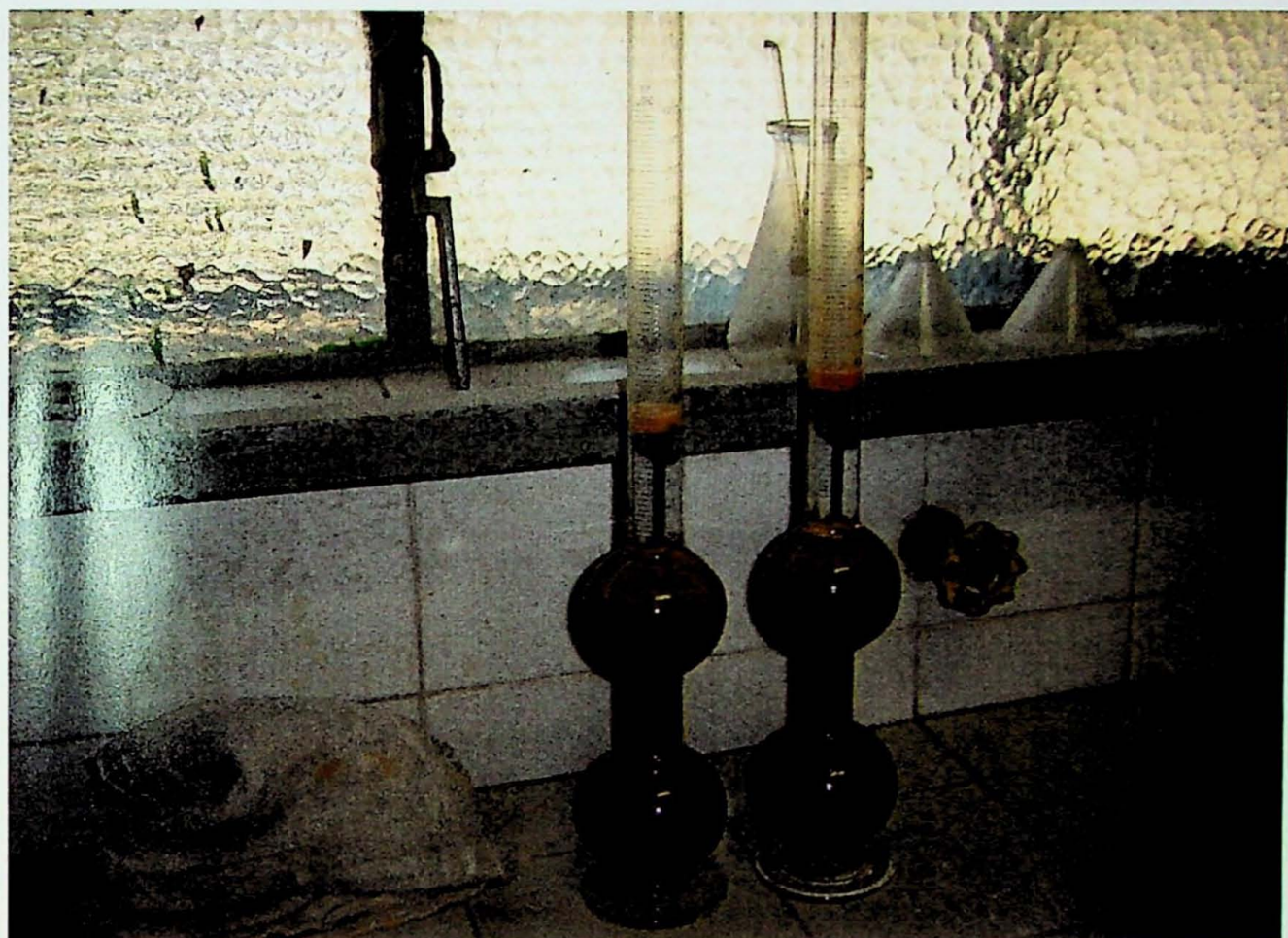


Foto10: mostram o frasco de Chapman, necessário duas medições onde se pode concluir o valor da massa específica através da média das duas medições.

7.3 Parâmetro Tecnológico - Mineralogia

7.3.1 Apreciação Petrográfica

Nesta etapa a avaliação petrográfica foi realizado no Laboratório de Petrografia Sedimentar do Instituto de Geociências, USP, através de lupa que possibilita aumento variável entre 6 e 66 vezes. A lupa da marca Zeiss, modelo STEMI SV 11, é acoplada a um microcomputador e uma câmera para captar as imagens obtidas.

A forma e a textura dos grãos são características que podem influenciar nas propriedades do concreto no estado fresco que no estado endurecido.

Segundo estudos de Metha (1986) os grãos lisos, arredondados e esféricos comparados com os grãos angulosos, alongados e com superfície áspera, requerem menos quantidade de pasta de cimento para produzir misturas com mesma trabalhabilidade em relação aos grãos angulosos, assim com um menor custo.

A forma dos grãos é um outro parâmetro extremamente difícil de se medir. O arredondamento se caracteriza como o grau de desgaste das arestas dos grãos, ou seja, o seu grau de angulosidade. Na classificação nominal foi utilizada o grau de arredondamento de Russell & Taylor (1937), como mostra a figura

Na classificação em relação à textura, estudos conduzidos por Neville (1997) classifica a superfície dos grãos na forma polida, opaca, lisa ou áspera, esta característica está intimamente ligada a forças de atrição.

A textura superficial dos grãos tem importância sobre a aderência à pasta de cimento e demanda de água da mistura. Texturas mais ásperas ajudam também na formação de ligações mecânicas mais fortes entre a pasta de cimento e o agregado

Russell & Taylor (1937)

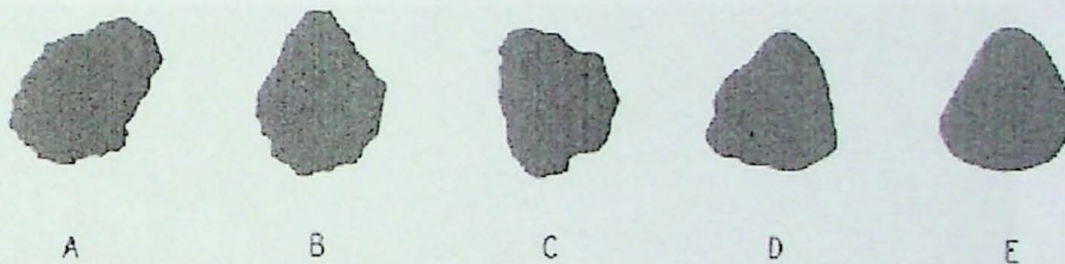


FIG. 3-24. Roundness classes. A: angular; B: subangular; C: subrounded; D: rounded; E: well rounded.

Figura 7- Avaliação da determinação do grau de arredondamento

A areia estudada, observou-se que os grãos de quartzo podem ocorrer com superfícies polida (foto14), nas frações mais grossas, os grãos apresentam mais ásperas em relação que as frações mais finas. Também pode observar que os grãos de feldspato portando pequenas cavidades superficiais preenchidos por material fino (foto 14).

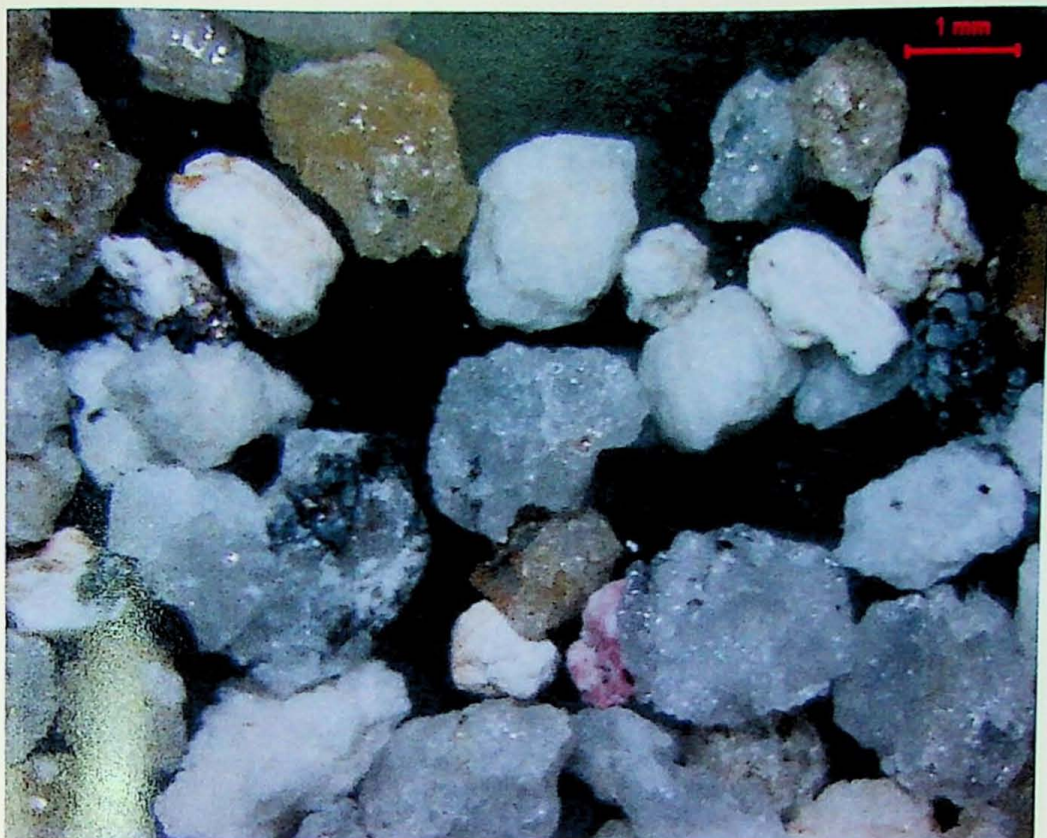


Foto 11 - Material passante na peneira mesh malha #14 (1,2 mm), notar grãos de quartzo subangulares.

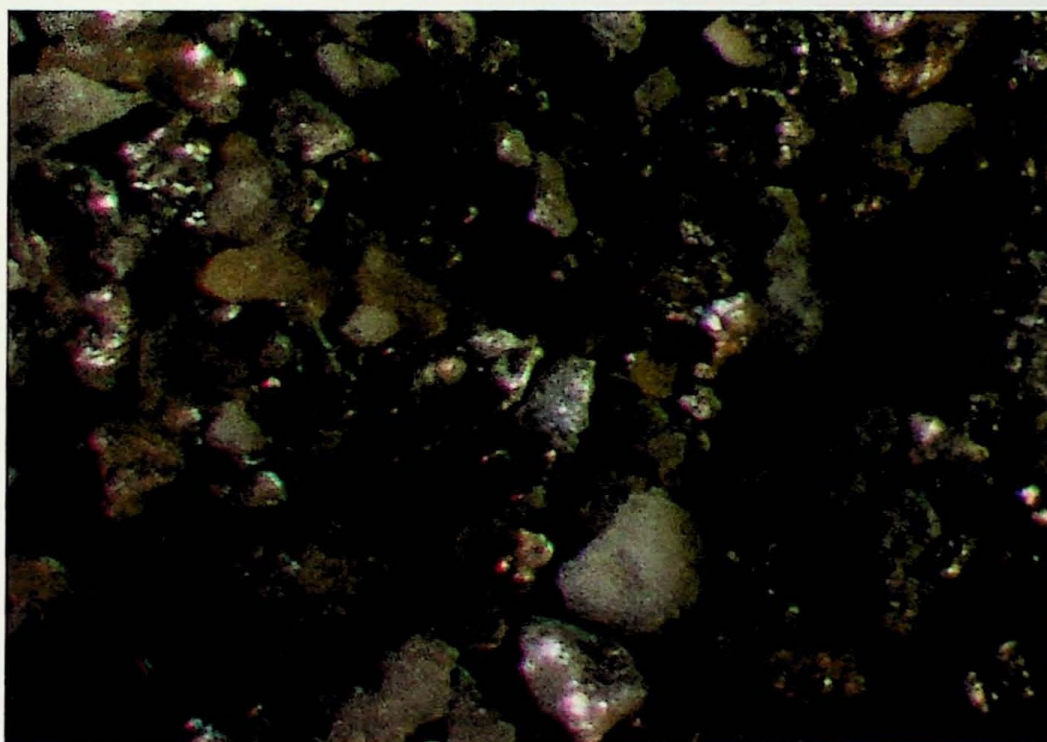


Foto 12- Material passante da mesh # 100 (0,15 mm), notar predominância de grãos de quartzo.

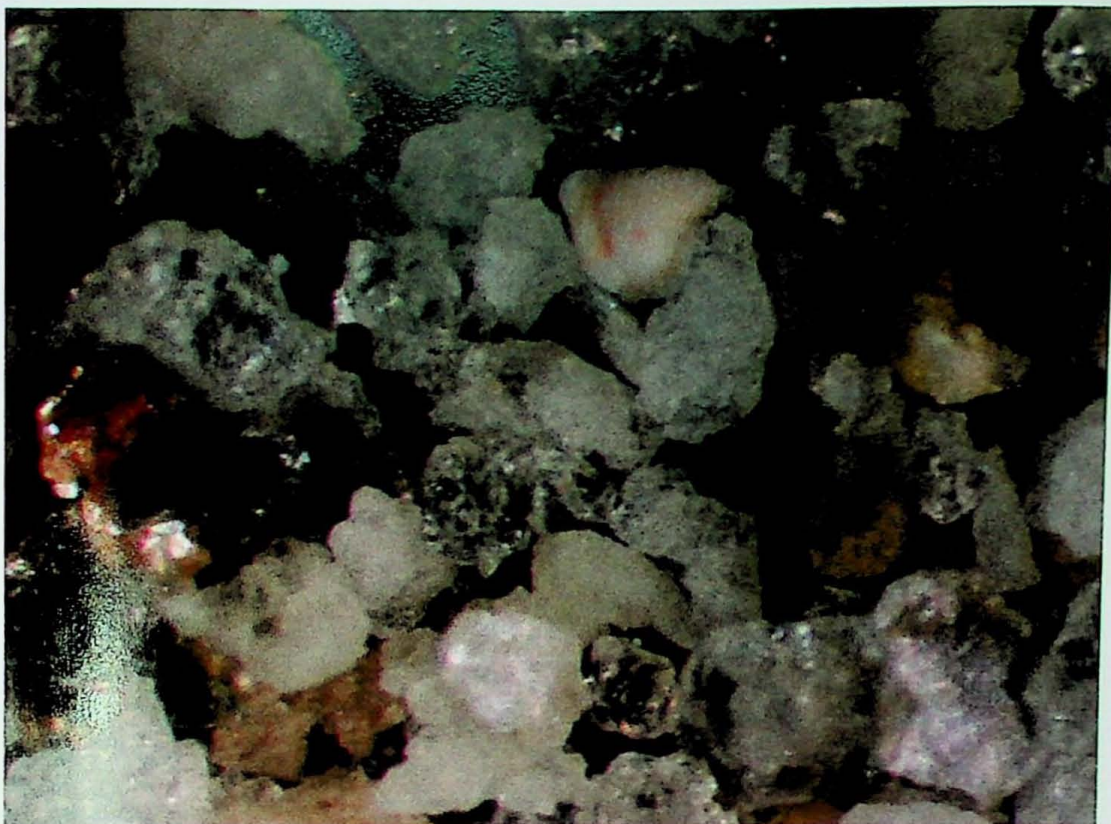


Foto 13 -Material passante da mesh # 100 (0,15 mm), notar predominância de grãos de aspecto mais lisa.



Foto 14 – Faixa granulométrica entre as malhas mesh # 48 (0,3 mm) nota-se grãos com superfície mais polida

7.4 Dosagem experimental para obter o índice de consistência

Nesta fase o ensaio para obtenção do índice de consistência foi feita no Laboratório de Concreto do - Divisão de Engenharia Civil do IPT, onde se tentou avaliar o desempenho da areia coletada na viterbo Mineradora, em conformidade com as norma NBR 7215 – Cimento Portland- Determinação da resistência a Compressão (ABNT, 1995). A resistência do material pode ser definida, como a habilidade de suportar um esforço aplicado.

A determinação do traço adotado no preparo da argamassa fundamentou-se na relação cimento para areia de 1:1:3, uma parte de cimento e água para 3 partes de areia, em processo de tentativa e erro, pois essas proporções podem variar conforme o material. O cimento utilizado foi da marca Votoran, tipo CP- II-E-32 aceito amplamente no mercado. Na tabelas 7 observa-se as a quantidade de massas do aglomerante, do agregado e da água utilizadas para a elaboração dos corpos de prova e o respectivo índice de consistência.

Areia	Massa de cimento (Kg)	Massa de Areia (Kg)	Água (Kg)	Índice de consistência (mm)
Fração fina	0,312	0,936	0,365	216
Fração média	0,312	0,936	0,231	218
Fração grossa	0,312	0,936	0,243	217
Areia padrão	0,312	0,936	0,164	

Tabela 7 Massas de aglomerante, de Agregado e da água utilizadas para a elaboração dos corpos de prova e a respectivo índice de consistência.

+

7.4.1 Consistência e Moldagem dos Corpos de Prova Cilíndricos

Foram moldados cerca de 64 corpos de prova com as três frações de granulometria, coletadas em campo mais areia de referencia padrão IPT, usado em testes de ensaio.

Segui-se o seguinte procedimento moldo-se 4 corpos de prova para cada tipo de areia em intervalos de 4 aniversário ao todo, com as seguintes datas: 3, 14, 28 e 90 dias de cura, sob ambiente climatizado com umidade próximo de 100% e temperatura e temperatura de 22° C, submerso em tanque com solução de água mais enxofre.(foto)



Fotos 15 e 16 – Obtenção do índice de consistência através do paquímetro e a mesa de consistência onde é determinado o índice de consistência para o molde de cada fração.

Na foto 17 - observa-se à moldagem dos corpos de prova usando um soquete de metal



Foto 18 – Desmoldagem dos corpos de prova



Fotos 19 e 20 – Capeamento superficial dos corpos de prova com solução de enxofre mais pozolana.

7.4.2 Determinação da resistência a Compressão do Concreto

A resistência de um material é definida como a habilidade de suportar um esforço aplicado. A resistência à compressão simples (foto21) é um parâmetro universalmente aceito como indicativo da qualidade de um determinado concreto e também é reflexo da qualidade do agregado.

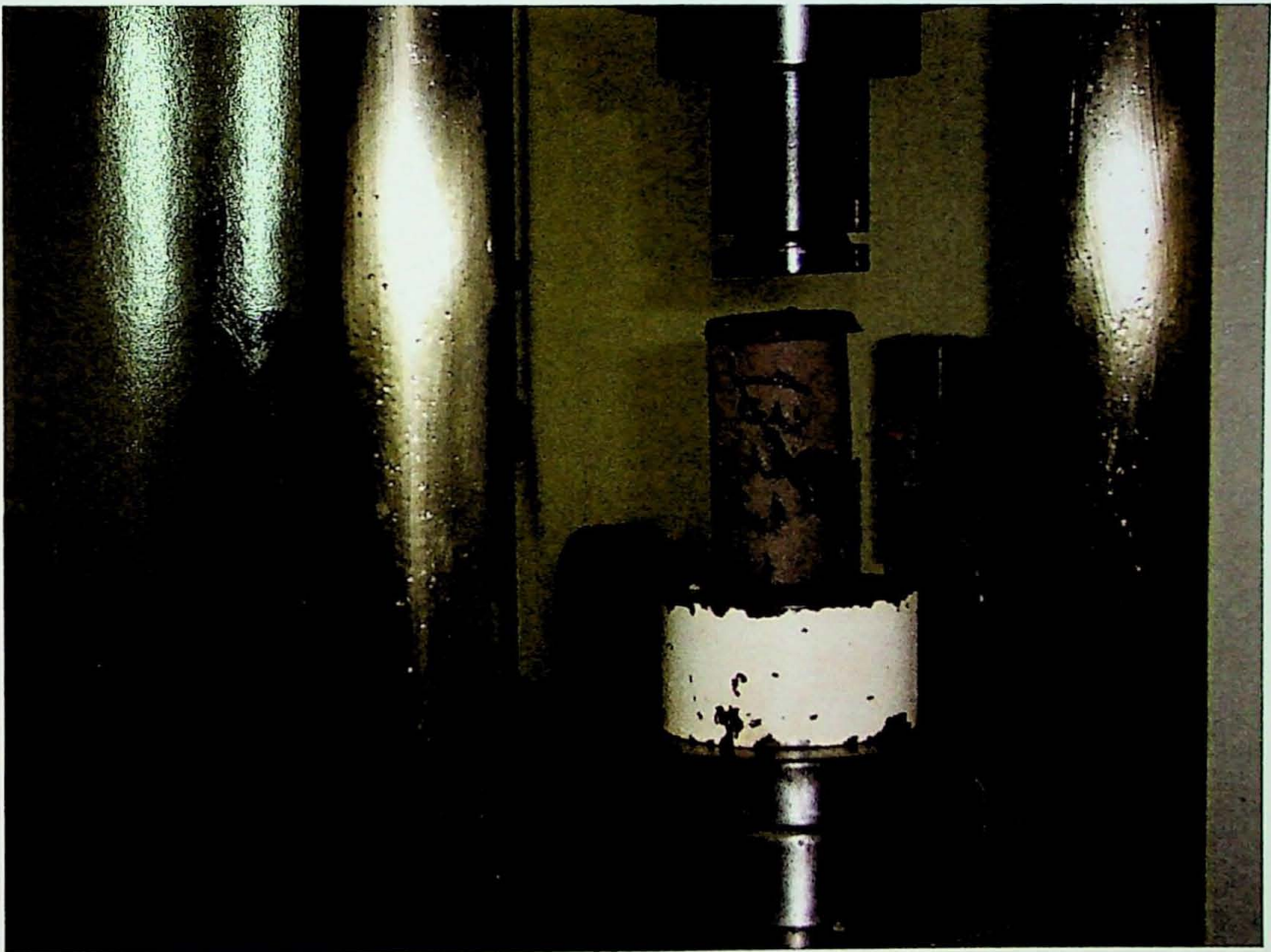


Foto 21 - Ensaio de Compressão Simples

- **Areia Fina – ensaio** NBR 7215 – Cimento Portland- Determinação da resistência a Compressão (ABNT, 1995);

A Tabela 8 apresenta os valores em MPa dos ensaios a compressão simples da areia fina e também o desvio relativo média dos valores com a respectivos dias de cura

Tensão (MPa)				DRM		
CP1	CP2	CP3	CP4	Média	%	Dias De cura
1,7	1,8	1,7	1,8	1.8	5,6	3
4,1	4,0	4,0	3,9	4,0	2.5	7

Tensão (MPa)				DRM		
CP1	CP2	CP3	CP4	Média	%	Dias De cura
1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	5,6	3
4,1	4,0	4,0	3,9	4,0	2,5	7
8,4	8,3	9,0	8,5	8,6	4,7	28
13	13,2	13,3	13,9	13,4	3,7	90

Tabela 8 Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura

Areia média

A Tabela 09 apresenta os valores em MPa dos ensaios a compressão simples de corpos de prova elaborados com areia média e também o desvio relativo médio dos valores com a respectivos dias de cura

Tensão (MPa)				DRM		
CP1	CP2	CP3	CP4	Média	%	Dias De cura
Valor desprezado	5,6	5,5	5,5	5,5	1,8	3
10,4	9,9	10,9	11,3	10,6	6,6	7
19,3	18,9	19,0	19,1	19,1	19,1	28
26,3	25,8	25,4	26	25,9	1,9	90

Tabela 09 Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura

Areia grossa

A Tabela 10 apresenta os valores em MPa dos ensaios a compressão simples de corpos de prova elaborados com areia grossa e também o desvio relativo médio dos valores com a respectivos dias de cura

Tensão (MPa)				DRM		
CP1	CP2	CP3	CP4	Média	%	Dias De cura
5,4	/	5,6	5,8	5,6	3,6	3
10,5	10,9	10	9,8	10,3	5,8	7
18,4	18,8	18,5	18,5	18,6	1,1	28
25,1	25,5	26	25,2	25,5	2,0	90

Tabela 10- Valores dos ensaios a compressão com os respectivos dias de cura

Areia padrão

A Tabela 11 apresenta os valores em MPa dos ensaios a compressão simples de corpos de prova elaborados com areia padrão e também o desvio relativo médio dos valores com a respectivos dias de cura

As diferentes resistências à compressão simples apresentadas para argamassas estudadas e pela argamassa de areia padrão estão expressas no gráfico comparativo da figura 14

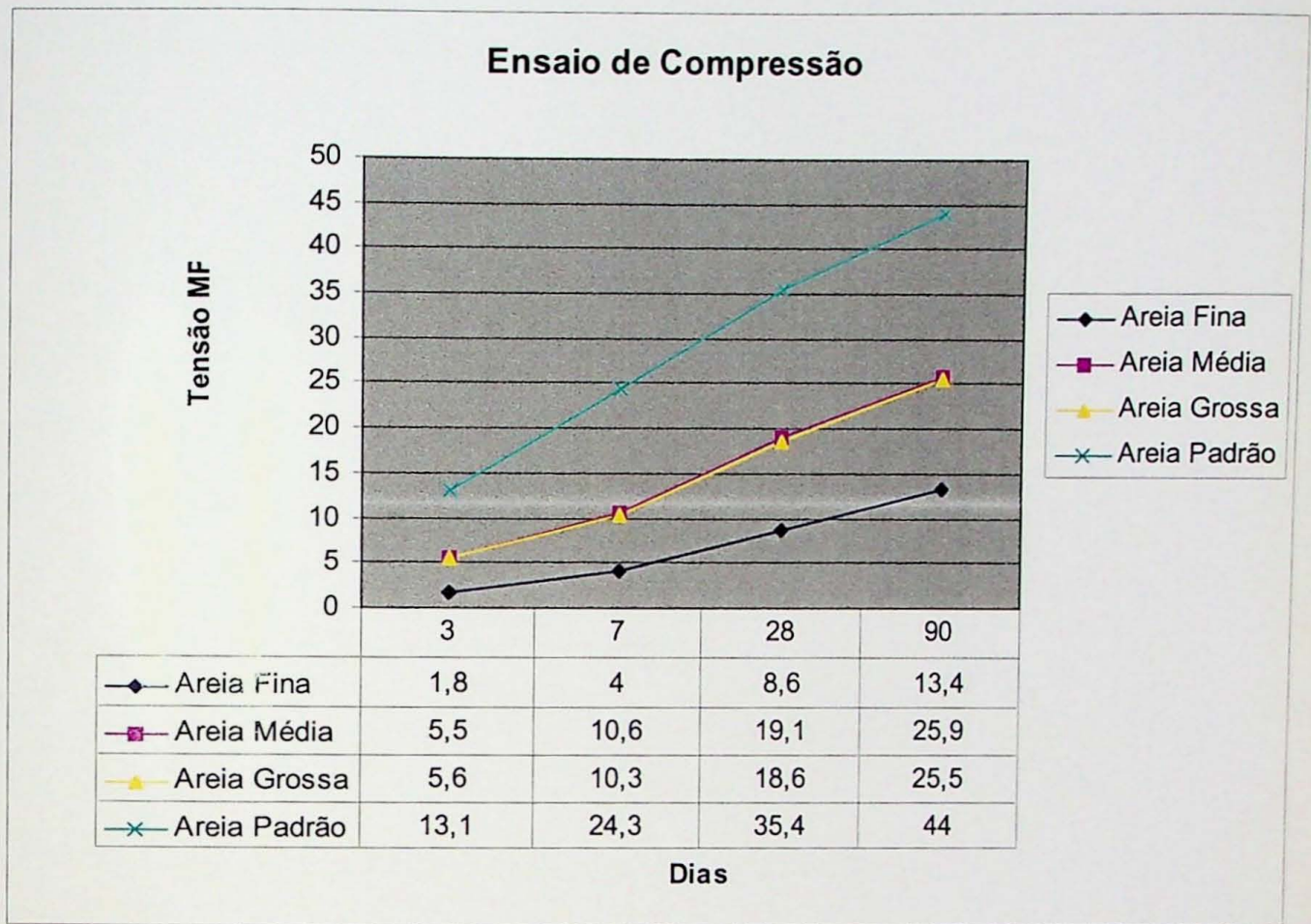


Figura 8 - Gráfico comparativo de resistência à compressão simples em Mpa de 4 tipos de areia.

Dos resultados evolutivos obtidos através do ensaio de compressão simples, verificou-se que as areias de frações média e grossa tiveram valores próximos de compressão simples com variação mínima de 5,5 Mpa e máxima de 25,9 Mpa, enquanto que a areia de fração fina teve um desempenho de compressão simples com valores baixos entre mínima de 1,8 Mpa e máxima de 13,4 Mpa.

A areia padrão teve o melhor desempenho para o ensaio de compressão simples com variação mínima de 13,1 Mpa, com máxima de 44 Mpa.

7.4.3 Preparo de material para o ensaio de Determinação de reação álcali/agregados pelo método acelerado e resultados

Este ensaio foi realizado no Laboratório de Concreto da Divisão de Engenharia Civil do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. O objetivo do ensaio é a determinação dentro

A areia padrão teve o melhor desempenho para o ensaio de compressão simples com variação mínima de 13,1 Mpa, com máxima de 44 Mpa.

7.4.3 Preparo de material para o ensaio de Determinação de reação álcali/agregados pelo método acelerado e resultados

Este ensaio foi realizado no Laboratório de Concreto da Divisão de Engenharia Civil do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. O objetivo do ensaio é a determinação dentro do agregado de possíveis minerais reativos que possam provocar uma reação de expansibilidade entre o álcali do cimento com o agregado o que pode provocar a perda da qualidade aplicado em concreto. A determinação da reação álcalis/agregados pelo método acelerado se baseou na norma ASTM-C – 1260/94, foram feitas a elaboração de barras (foto) com agregado em três frações com adição de cimento mais rico em álcalis, durante cura em um período de 16 dias em temperatura próximo de 80° C.

Neste ensaio foram utilizados 5 Kg de areia de cada fração, 2Kg de cimento, numa relação de 1: 2,25, 1 parte de cimento para 2,25 de agregado .

Foram elaborados 3 barras de expansibilidade para cada fração das areias estudada, o tamanho inicial das barras elaboradas com a areia é de 254 mm, em nenhuma delas foi detectado a presença de materiais deletérios. No entanto a fração fina de areia apresentou mais variação de expansão média diária, além de uma quantidade muito grande de finos o que pode inviabilizar a utilização desse material em argamassas.

A areia de fração média foi a que apresentou a menor variação diária de expansão.

Valores de Expansão das barras durante o Pós-período de 16 dias de cura	Material Deletério/expansão
Abaixo de 0,10%	Sem material deletério
Entre 0,10 % e 0,20%	Pode haver indicativo de material deletério
Acima de 0,20%	Alta potencialidade de haver a presença de material deletério

Tabela 12 – Valores de referência para determinação de materiais deletérios
 Fonte: Norma ASTM-C – 1260/94

A norma ASTM-C – 1260/94 especifica o procedimento técnico para a realização do ensaio de determinação da reação álcalis-agregado pelo método acelerado, para o cálculo da presença de material deletério foi usada à expressão:

$$(LQ- LD)/ 254 * 100 = R$$

onde,

LQ : Leitura 24 horas a quente;

LD: Leitura do dia pós 24 horas;

R: resultado em porcentagem (%) da expansão do dia.

A seguir são apresentadas as tabelas com os resultados de variação das barras de expansibilidade diárias das três areias com o resultado médio diário de três barras.

Areia Fina

Leituras (mm X 10⁻³)

Idade	CP Nº 1	CP Nº 2	CP Nº3	Expansão média do dia
24 horas – a frio	1,143	1,485	2,031	
23/10				
Horas a quente	1,355	1,670	2,190	0 %
23/10				
25/10	1,361	1,673	2,199	0%
Expansão(%)				
27/10	1,364	1,674	2,215	0%
Expansão (%)				
29/10	1,363	1,680	2,220	0%
Expansão				
01/11	1,420	1,712	2,245	0,01%
expansão				
04/11	1,420	1,712	2,244	0,01%
Expansão				
05/11	1,418	1,714	2,243	0,01%
Expansão				
07/11	1,419	1,715	2,244	0,01%
Expansão				

Tabela 13 - resultado com os valores da areia fina

Expansão				
27/10 Expansão	1,258	1,124	1,360	0%
29/10 Expansão	1,259	1,130	1,361	0%
01/11 Expansão	1,268	1,131	1,360	0%
04/11 Expansão	1,268	1,134	1,360	0%
05/11 Expansão	1,263	1,135	1,357	0%
07/11 Expansão	1,264	1,136	1,354	0%

Tabela 14 -resultado dos valores das barras da areia média

Areia Grossa

Leituras (mm X 10⁻³)

Idade	CP N° 1	CP N° 2	CP N°3	Expansão média do dia
24 Horas - a frio 23/10	1,311	1,694	0,632	
Horas-quente 23/10 Expansão	1,457	1,842	0,861	
25/10 Expansão	1,460	1,843	0,869	0%
27/10 Expansão	1,461	1,845	0,870	0%
29/10 Expansão	1,469	1,849	0,884	0%
01/11 Expansão	1,484	1,876	0,885	0,01%
04/11 Expansão	1,486	1,877	0,885	0,01%
05/11 Expansão	1,488	1,877	0,887	0,01%
07/11 Expansão	1,484	1,874	0,888	0,01%

Tabela 15 -resultado com os valores de barras de expansibilidade para areia grossa

Dos resultados obtidos pelo ensaio de agregado para determinação da reação álcali-agregado método acelerado de 16 dias foi determinado que nenhuma das três areias

estudadas foi detectado a presença de matérias deletérios através da reação de expansibilidade.

A seguir são apresentadas as fotos das barras de expansibilidade elaborados em laboratório e a foto do aparelho onde se mediu a variação de tamanho das barras de expansibilidade.



Foto 22 – Barras de expansibilidade feitas com areia coletada em campo destacando as 3 frações.

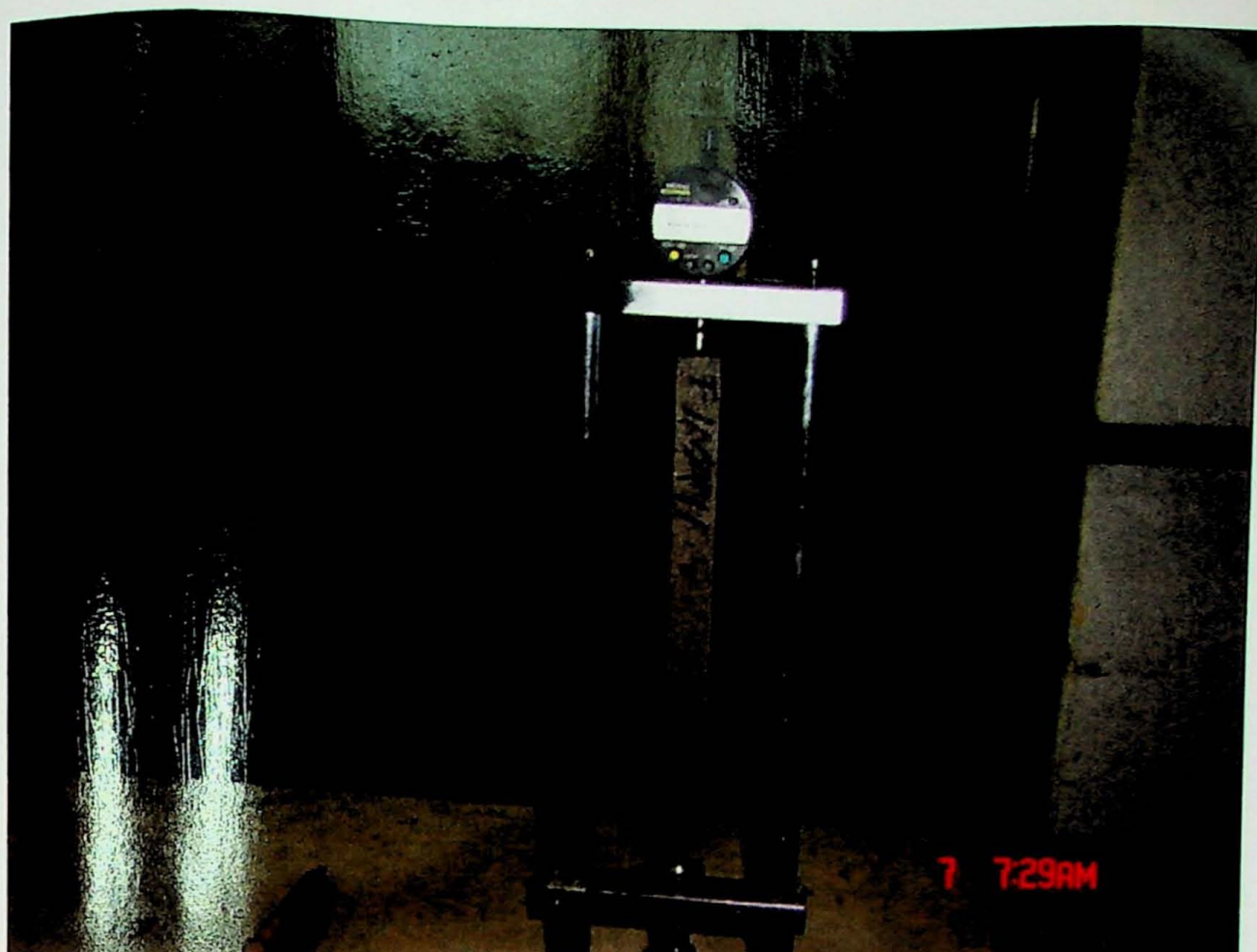


Foto 23 – Aparelho que mede possíveis expansões da barra feita com agregado estudado

8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O cronograma das atividades inicialmente proposto é apresentado no quadro a seguir.

Atividades	Mês												
	Dez 04	Jan 05	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Elaboração do tema													
Projeto inicial													
Levantamento bibliográfico													
Estudos de caracterização													
Relatório de progresso													
Monografia													
Resumo expandido													
Apresentação pública													
Defesa do relatório													

9. CONCLUSÕES

Através dos dados obtidos e discutidos pode-se concluir que as areias estudadas neste projeto se prestam à utilização para preparação de argamassas, com exceção da areia de fração fina.

As principais características fundamentais da areia proveniente por desmonte hidráulico observadas ao longo do estudo são as seguintes:

1. Apresentam uma má distribuição granulométrica, somente a areia de fração média apresentou uma distribuição granulométrica mais regular, a má distribuição granulométrica imprópria numa boa seleção dos grãos, A fração fina se destaca pela pior distribuição granulométrica podendo provocar um pior preenchimento de vazios deixados por grãos maiores, o que implica no consumo de maiores quantidades de cimento na elaboração de argamassas;
2. De acordo com os módulos de finura das areias estudadas, as areias de fração média e grossa apresentaram módulos de finuras próximos no intervalo de classificação como areia de fração média, enquanto que a areia de fração fina apresentou valor do módulo de finura no intervalo de areia de fração fina;
3. O índice de consistência da argamassa foi obtido sem muitas dificuldades;
4. O grau de arredondamento das areia é variável, apresentando grãos desde angulares a bem arredondados, fator importante relacionado ao embricamento dos grãos. Quanto melhor imbricamento mais resistente será a argamassa;
5. dos índices de qualidade determinados da areia apresentaram baixíssima quantidade de impurezas orgânicas, materiais friáveis, e pulverulentos o que favorece no desempenho nos concretos;
6. das areias estudadas demonstraram valores evolutivos de resistência a compressão simples bem próximos entre a areia média e areia de fração grossa, com variação entre 5,5 MPa a 25,9 Mpa, enquanto que a areia de fração fina apresentou metade do valor de resistência em Mpa em relação a das areias média e grossa, isso pode ser um indicador que a areia de fração fina não é recomendado na fabricação de argamassas;
7. entre as três frações de areia nenhuma apresentou a formação da reação álcalis/agregados entre os agregado e os álcalis do cimento pelo método acelerado,

apresentando baixíssimo valor de expansão das barras de expansibilidade, favorecendo a qualidade do agregado no cimento;

8. A areia de fração fina apresentou a maior variação de expansibilidade, enquanto que a areia de fração média foi a que apresentou menor variação de expansibilidade conforme o ensaio de barras de expansibilidade pelo método acelerado.

Das três frações de areias estudadas, a fração fina não é indicada para mistura com argamassas, devido a sua maior concentração de finos e também a má distribuição granulométrica o que pode provocar um maior consumo de cimento e comprometer o desempenho nos concretos se for usada. Entretanto a fração fina apresenta uma boa qualidade em termos de índice de qualidade como baixa quantidade de impurezas orgânicas, apesar também de apresentar um valor de resistência à compressão simples abaixo da média das demais frações de areias.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).

- NBR 6491 - Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia – Rio de Janeiro 1985.
- NBR 7215 - Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão - Rio de Janeiro, 1996.
- NBR 7220 - Agregados – Determinação de impurezas orgânicas húmicas em agregado miúdo. Método de ensaio – Rio de Janeiro, 1984.
- NBR 7214 – Areia normal para ensaio de cimento;
- NBR 7217 - Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio-. Rio de Janeiro, 1987
- NBR 7218 - Agregados – Determinação do teor de argila em torrões e Materiais friáveis. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987 b.
- NBR 7219 - Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987 c.
- NBR 9776 - Agregados – Determinação da massa específica de agregado miúdo por meio do frasco de Chapman. Método de ensaio – NBR 9776. Rio de Janeiro, 1987 e.

ASTM – American Society of Testing and Materials. (1981). ASTM – C – 1260 – 05 Standard Test Method for Potential Alkali reactivity of Aggregates (Mortar – Bar Method)

AGOPYAN, V. (1986). A importância da pureza dos agregados para argamassas e concretos. In: Simpósio Nacional de Agregados, 1. Anais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, SP. P. 115-119.

AZEVEDO, R.M.B. ET AL. Areia para Construção. In: IPT. Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo – Levantamento e Análise. São Paulo: PRÓ- MINÉRIO/ IPT, 1990. P. 33- 59

BAUER, L. A. F. (1994). Materiais de Construção. Ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro, RJ. 5 ed. V1 e v2.

BORN, H.; SOARES, L. & BRAGA, J. M. S. (1996). Caracterização Tecnológica dos Materiais de Construção de Jazida em Área Urbana, São Paulo-SP. In: Congresso Ítalo-

brasileiro de Engenharia de Minas, 4. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS; p. 323-331.

COMITÉ MERCOSUR DE NORMALIZACION (CMN)

- Agregados – Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis- NM 44. Rio de Janeiro: ABNT, 1995 A.
- Agregados – Determinação de material fino que passa através de peneira 75 micrometros por lavagem – NM 46. Rio de Janeiro: ABNT, 1995C.
- Agregados fino – Determinação de impurezas orgânicas – NM 49. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- Agregados fino – Determinação da composição granulométrica – NM 248. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

CUCHIERATO, G. Caracterização Tecnológica de resíduos da mineração de agregados da Região metropolitana de São Paulo (RMSP) visando seu aproveitamento Econômico. 2000. 201p. Dissertação de (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2000.

EMPLASA – EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO.(1980). CARTA GEOLÓGICA DA REGIÃO SUL DA GRANDE SÃO PAULO – FOLHA 01 - 1º ESCALA 1: 100.000.

FERREIRA, O. P. A utilização de areia fina na fabricação do concreto e sua influência em algumas propriedades deste material. 1985. 185p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1985.

FRAZÃO, E. B. Tecnologia de rochas na construção civil. 132p. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M (1975) The ribeira folded belt. Revista Brasileira de Geociências, V. 5, p. 257-266.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1990) Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análise. São Paulo, IPT/PRÓ-MINÉRIO. 188p. (Publicação Nº 1822).

KIHARA, Y. (1986). Reação álcali-agregado – aspectos mineralógicos. In: Simpósio Nacional de Agregados, 1. Anais. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. P. 127-141.

METHA, P.K. Concrete: Structure, properties and materials. Prentice- Hall. New Jersey: 1986. 450p.

NEVILLE, A. M. Propriedades do Concret. 2ª Edição. Trad. De Salvador E. Giamusso. São Paulo: PINI/ABCP, 1997.

PETRUCCI, E. G .R. Concreto de Cimento Portland. 13ª edição. São Paulo: Ed. Globo, 1971.

PRENTICE, J.E. Geology of construction materials. Topics in the Earth Sciences, 4. 202p. Londres: ed. Chapman and Hall, 1990.

RUSSELL, R.D. & TAYLOR, R. E. (1937). Bibliography on roundness and shape of sedimentary rock particles. Rept. Comn. Sedimentation. 1936 – 1937. p. 65 -80

SABBATINI, F. H. (1986). Agregados miúdos para argamassas de assentamento. In: Simpósio Nacional de Agregados, 1. Anais. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. P. 17-25

SANT'AGOSTINO, L. M. & KAHN, H. (1997). Metodologia para caracterização tecnológica de materiais primas minerais. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PMI/069. Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo, SP 29p.

SBRIGHI NETO, C. Normalização de agregados para concreto. In: Seminário Internacional sobre agregados para Construção Civil, 1. Campinas. Anais. São Paulo: ANEPAC, 2001.

SOARES, L.; FUJIMURA, F.; BLASQUES JÚNIOR, M.; RACHEL, R. M. & BRAGA, J. M. S. (1997). Areias naturais: material de construção cada vez mais escasso na Região Metropolitana da Grande São Paulo. In: Congresso Internacional de Tecnologia Metalurgia e de Materiais, 2; São Paulo. Anais, São Paulo, ABM.

VALVERDE, F. M. Agregados para Construção Civil In: DNPM. Anuário Brasileiro. Brasília: DNPM, 2001.

WHITAKER, W. Técnicas de preparação de areia para uso na construção civil. 2001. 202p. + anexos. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ZANCHETTA, L. M. Características tecnológicas de argamassas elaboradas com diferentes tipos de areia. 2000. 79p. + anexos. Monografia de Formatura. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2000.

Site internet:

[www. maplink.com.br](http://www.maplink.com.br)



Figura 11 - Localização da comunidade indígena

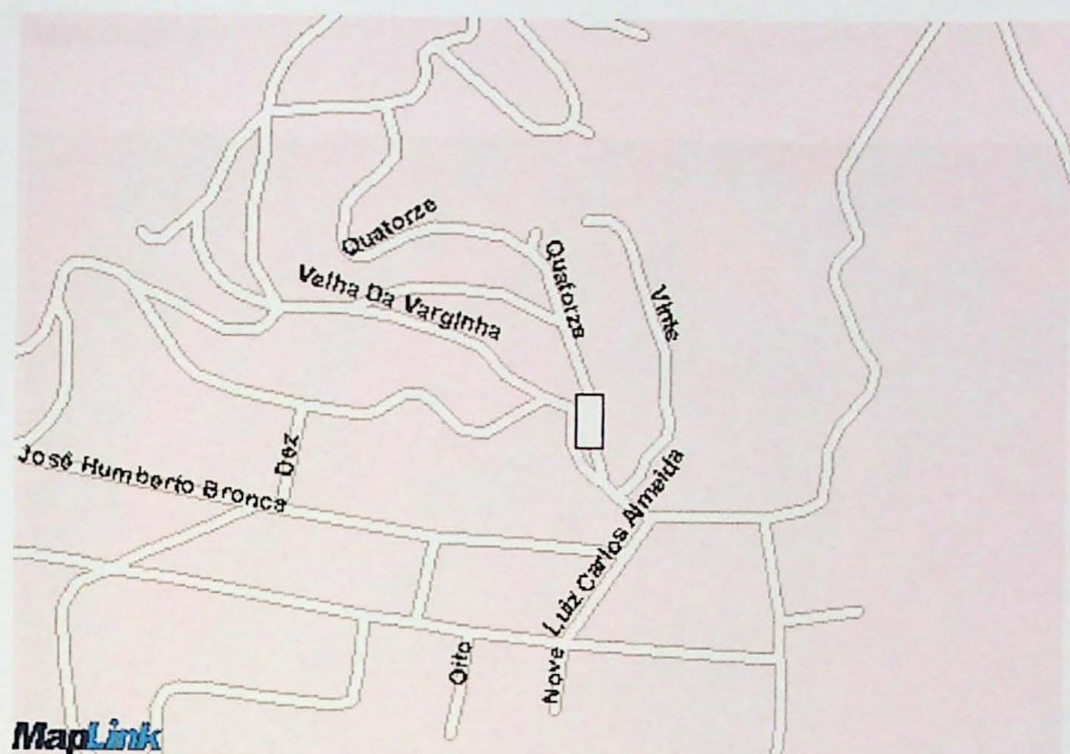
ANEXOS

Figura 12 - Localização da comunidade indígena no mapa regional do Estado do Rio Grande do Sul



Figura 13 - Localização da comunidade indígena

Figura 09 – Localização da mineradora Viterbo



Fonte: www.maplink.com.br

Figura 10- Localização da mineradora no mapa regional da Grande São Paulo



Fonte: www.maplink.com.br

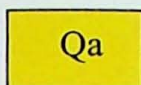
Figura 11 - CARTA GEOLÓGICA DA REGIÃO SUL DA GRANDE SÃO PAULO – DESTACANDO NA FIGURA O DISTRITO DE PARELHEIROS e a localização da Mineradora.



FONTE: EMLASA – 1980 – FOLHA 01 - 1ª EDIÇÃO EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO ESCALA 1: 100.000 - Compilado de Coutinho (1980).

Legenda do Mapa Geológico

Cenozóico



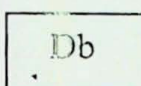
Aluvião fluviais

Terciário-Quartenário



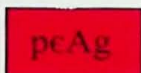
Argilas, areias, cascalhos da formação São Paulo e da Formação Caçapava (Grupo Taubaté) Inclui depósitos elúvio-coluviais correlatos

Mesozóico



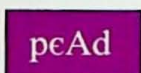
Dique de rochas Básicas cretáceas. Db-Diabásio, Ip- Lamprófiro

Pré-Cambriano

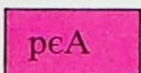


porfiróides

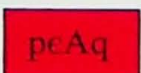
Granitos a granodioritos normais ou em parte gnáissicos, equigranulares ou



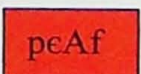
Dioritos a quartzo dioritos normais ou gnáissicos.



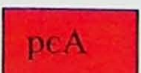
Migmatitos e Gnaisses graníticos, podem achar-se cizalhados até gnaisses miloníticos em zonas de movimentação tectônica intensificada.



Quartzitos.



Filitos e/ou metassiltitos, inclui também filonitos em zonas de movimentação tectônica intensificada.



Meta-arenitos (meta-arcósios e metagrauvacas) de baixo grau Metamórfico.



Metaconglomerados de baixo grau metamórfico

IPT - Laboratório de Concreto

Ensaio em agregado miúdo para concreto - NBR-7211/83

Relatório de Ensaio nº 1 Material Areia média Am(A) 1 e 2

Determinação da composição granulométrica NBR-7217/87							
Peneiras		1ª determinação		2ª determinação		Média	
Nº	Abertura (mm)	Retido (g)	Individual (%)	Retido (g)	Individual (%)	Individual (%)	Acumulada (%)
3/8 in	9,5	0	0	0	0	0	0
1/4 in	6,3(*)	0,2	0,033	0	0	0	0
4	4,8	0,1	0,016	0	0	0	0
8	2,4	46,5	7,70	38,20	6,7	7	7
16	1,2	119,90	19,86	101,5	17,90	19	26
30	0,6	96	15,89	87	15,30	16	42
50	0,3	129,30	21,41	123,90	21,90	21	63
100	0,15	121	20,039	121,30	21,40	21	84
< 100	< 0,15	90,80	15,038	92,70	16,40	16	—
Totais		603,80	100	564,60	100		222
Dimensão máxima característica (mm)				2,4	Módulo de finura		2,22

Massa específica pelo frasco de chapman NBR-9776/87	Massa da amostra : 500 g	Leituras (cm³)			Massa específica
		Inicial corrigida	Final	Final corrigida	
Frasco nº: 1	200	395	395	2,56 g/m³	
Frasco nº: 2	200	395	395		

Absorção NBR NM-30/01	1ª Determinação		2ª Determinação	
	Massa seca	g	Massa seca:	g
	Massa sat. sup. seca:	g	Massa sat. sup. seca	g
	Absorção	%	Absorção	%

Massa unitária NBR-7251/82	Recipiente	1ª det:	kg	kg/dm³	
	Tara:	kg	2ª det:		kg
	Volume:	dm³	3ª det:		kg

Teor de argila NBR-7218/87	Massa inicial:	Massa final:	
	200 g	199,30 g	0,035 %

Material pulverulento NBR-7219/87	Massa inicial:	Massa final:	
	M1: 597,90 g	M1: 557,30 g	$M1 = 40,60g = 6,79\%$ $M2 = 33,90g = 5,70\%$ $6,79\% + 5,70\% = 12,49\%$
	M2: 594,30 g	M2: 560,40 g	

Matéria orgânica NBR NM-49/01	(X) mais clara que a solução padrão	() igual a solução padrão	() mais escura que a solução padrão

Operador: Chung Sen

Data do término dos ensaios: 19/10/05

Responsável pelo laboratório:

Data: 1/1

Calculado por:

Data: 06/10/05

Conferido por:

Data: 06/10/05

IPT - Laboratório de Concreto

Ensaio em agregado miúdo para concreto - NBR-7211/83

Relatório de Ensaio nº 3 Material Areia grossa (C) Am(C) 1 e 2

Determinação da composição granulométrica NBR-7217/87							
Peneiras		1ª determinação		2ª determinação		Média	
Nº	Abertura (mm)	Retido (g)	Individual (%)	Retido (g)	Individual (%)	Individual (%)	Acumulada (%)
3/8 in	9,5	0	0	0	0	0	0
1/4 in	6,3(*)	2,2	0,374	1,50	0,269	0	0
4	4,8	4,70	0,800	0,90	0,1616	0	0
8	2,4	99,10	16,873	62	11,133	14	14
16	1,2	111,80	19,036	90,30	16,214	18	32
30	0,6	79,90	13,604	76,60	13,754	14	46
50	0,3	105,2	17,912	111,20	19,967	19	65
100	0,15	105	17,878	118,40	21,26	20	85
< 100	< 0,15	79,4	13,519	96,0	17,23	15	—
Totais		587,30	100	556,90	100		242
Dimensão máxima característica (mm)				2,4	Módulo de finura		2,42

Massa específica pelo frasco de chapman NBR-9776/87	Massa da amostra : 500 g	Leituras (cm³)			Massa específica
		Inicial corrigida	Final	Final corrigida	
	Frasco nº: 2	200	395	395	2,56 g/m³

Absorção NBR NM-30/01	1ª Determinação		2ª Determinação	
	Massa seca	g	Massa seca:	g
	Massa sat. sup. seca:	g	Massa sat. sup. seca	g
	Absorção	%	Absorção	%

Massa unitária NBR-7251/82	Recipiente	1ª det:	kg	kg/dm³	
	Tara:	kg	2ª det:		kg
	Volume:	dm³	3ª det:		kg

Teor de argila NBR-7218/87	Massa inicial:	Massa final:	
	200 g	199,30 g	0,035 %

Material pulverulento NBR-7219/87	Massa inicial:	Massa final:	$M_1 = 40,60g = 6,79\%$ $M_2 = 33,90g = 5,70\%$ $6,79\% + 5,70\% = 12,49\%$ 2
	M1: 597,90 g	M1: 557,30 g	
	M2: 594,30 g	M2: 560,40 g	

Matéria orgânica NBR NM-49/01	(X) mais clara que a solução padrão	() igual a solução padrão	() mais escura que a solução padrão

Operador: Chung Sen

Data do término dos ensaios: 17 10 105

Responsável pelo laboratório:

Data: 1 1

Calculado por:

Data: 06 10 105

Conferido por:

Data: 06 10 105

Molham 22/10/05

IPT - Laboratório de Concreto

Agregados - Determinação da reação álcalis/agregados pelo método acelerado - ASTM- C -1260/94

Amostra nº: AREIA FINA

Idade	Leituras (mm x 10 ⁻³)			Expansão média (%)		
	C.P. nº 01	C.P. nº 02	C.P. nº 03			
23/10 24 horas	1,143	1,485 0,058	2,031	0,23		
Lo expansão	1,355	1,670	2,190	0,23		
25/10	1,361	1,673	2,199	0		
expansão	0,1	0,2	0,2			
27/10	1,364	1,674	2,215	0		
expansão	0,1	0,1	0,1			
29/10	1,363	1,680	2,220	0,01%		
expansão	0,1	0,1	0,1			
01/11	1,420	1,712	2,245	0,016%		
expansão	0,02%	0,01%	0,02%			
4/11	1,420	1,715	2,248	0,016%		
expansão	0,02%	0,01%	0,02%			
expansão						
5/11	1,418	1,714	2,243	0,016%		
expansão	0,02%	0,01%	0,02%			
7/11	1,419	1,715	2,244	0,016%		
expansão	0,02%	0,01%	0,02%			
Data da moldagem:		Paquímetro nº:				
Temperatura da sala:		Cert. de Calibração nº:				
Umidade da sala:		Data da Calibração:				
		Balança nº:				
Operador:		Cert. de Calibração nº:				
		Data da calibração:				
Relógio comparador nº:		Misturador nº:				
Cert. de Calibração nº:		Cert. de Calibração nº:				
Data da Calibração:		Data da calibração:				
Peneiras						
Abertura (mm)	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15
Cert. de Calibração						
Data da calibração						

Responsável pelo Laboratório:

Data: 22/10/05

Entre 254m — Valor inicial

NOTA com 22/10/05

IPT - Laboratório de Concreto

Agregados - Determinação da reação álcalis/agregados pelo método acelerado - ASTM- C -1260/94

Amostra nº: Areia Média

Idade	Leituras (mm x 10 ⁻³)			Expansão média (%)
	C.P. nº 01	C.P. nº 02	C.P. nº 03	
23/10 24 horas	1,090	0,989	1,143	1,074
Lo	1,258	1,110	1,353	1,240
expansão				
25/10	1,258	1,115	1,354	
expansão	0	0	0	0%
expansão				
27/10	1,258	1,124	1,360	
expansão	0	0	0	0,01%
29/10	1,259	1,130	1,361	
expansão	0	0	0	0,01%
01/11	1,268	1,131	1,360	
expansão	0	0	0	0,01%
4/11	1,268	1,134	1,360	
expansão	0	0	0	0,01%
5/11	1,263	1,135	1,357	
expansão	0	0	0	0%
7/11	1,264	1,136	1,358	
expansão	0	0,01	0	0,003%

Data da moldagem:

Paquímetro nº:

Temperatura da sala:

Cert. de Calibração nº:

Umidade da sala:

Data da Calibração:

Balança nº:

Operador:

Cert. de Calibração nº:

Data da calibração:

Relógio comparador nº:

Misturador nº:

Cert. de Calibração nº:

Cert. de Calibração nº:

Data da Calibração:

Data da calibração:

Peneiras

Abertura (mm)	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15
Cert. de Calibração						
Data da calibração						

Responsável pelo Laboratório:

Data: 22/10/05

Amostra PND 254mm

UOL 22/10/05

IPT - Laboratório de Concreto

Agregados - Determinação da reação álcalis/agregados pelo método acelerado - ASTM- C -1260/94

Amostra nº: Amoia Grossa

Idade	Leituras (mm x 10 ⁻³)			Expansão média (%) ²⁹		
	C.P. nº 01	C.P. nº 02	C.P. nº 03			
23/10 24 horas	1,311	1,694	0,632	ANO		
Lo	1,454	1,842	0,858	Amplitude		
expansão		0	0	0,01%		
expansão						
25/10	1,460	1,843	0,861			
expansão	0	0	0	0,01%		
27/10	1,481	1,845	0,869			
expansão	0	0	0	0,01%		
29/10	1,469	1,849	0,870			
expansão	0	0	0	0,01%		
02/11	1,484	1,826	0,884			
expansão	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%		
4/11	1,486	1,837	0,889			
expansão	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%		
5/11	1,488	1,847	0,887			
expansão	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%		
7/11	1,484	1,844	0,888			
expansão	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%		
Data da moldagem:		Paquímetro nº:				
Temperatura da sala:		Cert. de Calibração nº:				
Umidade da sala:		Data da Calibração:				
		Balança nº:				
Operador:		Cert. de Calibração nº:				
		Data da calibração:				
Relógio comparador nº:		Misturador nº:				
Cert. de Calibração nº:		Cert. de Calibração nº:				
Data da Calibração:		Data da calibração:				
Peneiras						
Abertura (mm)	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15
Cert. de Calibração						
Data da calibração						

Responsável pelo Laboratório:

Data: 22/10/05

Amoia Grossa 254 mm

AREIA FINA

IPT - Laboratório de Concreto
Ensaio físicos - Argamassa normal.

Amostra nº 13323

Índice de consistência da argamassa - NBR-7215/96			
1ª det. do diâmetro (mm)		Média	Temperatura: Umidade:
2ª det. do diâmetro (mm)			Misturador Mecânico:
Cronômetro:	Paquímetro:	Data do ensaio:	Operador:

Moldagem - NBR-7215/96				
	1ª mistura	2ª mistura	3ª mistura	Horário médio (h: min)
Data	11.04.2005			Temperatura: 22,8 °C
Hora do lançamento da água				Umidade: 79%
Misturador mecânico: 02				Operador:
		Cronômetro: 08		Operador da desforma:

Ensaio à compressão - NBR-7215/96								
Idade	Data do ensaio	Horário (h: min)	Máquina de ensaio	Escala	Operador	Carga de Ruptura (kgf)		
						C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03
X 3 dias	14.04	9:00	02	4000		340	360	350
X 7 dias	18.04	9:00	02	4000		830	800	810
X 28 dias	09.05	9:00	02	4000		1680	1660	1800
X 90 dias	11.07	9:00	02	4000		2600	2640	2660

01.04 /
05.08
09.12
13.16

Responsável pelo Laboratório:		Data: 11/4/15
-------------------------------	--	---------------

Calculado por:		Data: 9/5/15	Conferido por:		Data: / /
----------------	--	--------------	----------------	--	-----------

Carga de Ruptura (kgf)				Tensão (MPa)					DRM (%)
C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	Média	
340	360	350	360	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	5,6
830	800	810	780	4,1	4,0	4,0	3,9	4,0	2,5
1680	1660	1800	1700	8,4	8,3	9,0	8,5	8,6	4,7

2600 2640 2660 2780 13,0 13,2 13,3 13,5 13,9 3,7%

9004

5 dias
7 dias
20 dias
9/5/15

IPT - Laboratório de Concreto

Ensaio físicos - Argamassa normal.

AREIA média

Amostra nº 13323

Índice de consistência da argamassa - NBR-7215/96			
1ª det. do diâmetro (mm)		Média	Temperatura: Umidade:
2ª det. do diâmetro (mm)			Misturador Mecânico:
Cronômetro:	Paquímetro:	Data do ensaio:	Operator:

Moldagem - NBR-7215/96			
	1ª mistura	2ª mistura	3ª mistura
Data	11-04-2005		
Horário médio (h : min)	09:51		
Temperatura: 22,8°C	Umidade: 70%		
Operator:	Operator:		
Operator da desforma:			
Misturador mecânico: 02	Cronômetro: 08		

Ensaio à compressão - NBR-7215/96										
Idade	Data do ensaio	Horário (h: min)	Máquina de ensaio	Escala	Operator	Carga de Ruptura (kgf)				
						C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	
X 3 dias	14-04	9:50	02	4000	Ad	980	1120	1100	1110	17-20
X 7 dias	18-04	9:50	02	4000	Ad	2080	1980	2180	2260	21-24
X 28 dias	09-05	9:30	02	10000	Ad	3860	3780	3800	3820	25-28
X 90 dias	11-07	9:50	02	10000	Ad	5260	5160	5080	5200	29-32

Responsável pelo Laboratório:	Data: 11/4/8
-------------------------------	--------------

Calculado por:	Data: 9/1/5	Conferido por:	Data: / /
----------------	-------------	----------------	-----------

Carga de Ruptura (kgf)				Tensão (MPa)					DRM (%)
C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	Média	
980	1120	1100	1110	4,5	5,6	5,5	5,5	5,4	9,5
2080	1980	2180	2.260	10,4	9,9	10,9	11,3	10,6	6,6
3860	3780	3800	3820	19,3	18,9	19,0	19,1	19,1	1,0

5280 5160 5080 5200 26,3 25,8 25,4 26,0 25,9 1,7

1,8%

9/5/5

IPT - Laboratório de Concreto

Ensaio físicos - Argamassa normal.

AREIA GRASSA

Amostra nº 13323

Índice de consistência da argamassa - NBR-7215/96			
1ª det. do diâmetro (mm)		Média	Temperatura: Umidade:
2ª det. do diâmetro (mm)			Misturador Mecânico:
Cronômetro:	Paquímetro:	Data do ensaio:	Operador:

Moldagem - NBR-7215/96			
	1ª mistura	2ª mistura	3ª mistura
Data	11.04.2005		
Horário médio (h: min)	10:43		
Temperatura: 22,8°C	Umidade: 70%		
	Operador: <i>[assinatura]</i>		
Misturador mecânico: 02	Cronômetro: 08		
Operador da desforma:			

Ensaio à compressão - NBR-7215/96									
Idade	Data do ensaio	Horário (h: min)	Máquina de ensaio	Escala	Operador	Carga de Ruptura (kgf)			
						C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04
X 3 dias	14.04	10:40	02	4000	<i>[assinatura]</i>	1080	900	1120	1160
X 7 dias	18.04	10:40	02	4000	<i>[assinatura]</i>	2100	2180	2000	1960
X 28 dias	09.05	9:45	02	10000	<i>[assinatura]</i>	3680	3760	43400	3700
X 90 dias	11.07	10:40	02	10000	<i>[assinatura]</i>	5020	5100	5200	5040

33-36
37-40
41-44
45-48

Responsável pelo Laboratório:	<i>[assinatura]</i>	Data: 14/8
-------------------------------	---------------------	------------

Calculado por:	<i>[assinatura]</i>	Data: 15/8	Conferido por:		Data: / /
----------------	---------------------	------------	----------------	--	-----------

Carga de Ruptura (kgf)				Tensão (MPa)					DRM
C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	Média	(%)
1080	900	1120	1160	5,4	4,5	5,6	5,8	5,356	15,1
2100	2180	2000	1.960	10,5	10,9	10,0	9,8	10,3	5,8
3680	3760	3700	3700	18,4	18,8	18,5	18,5	18,6	1,1

10 dia 5020 5100 5200 5040 25,1 25,5 26,0 25,2 25,5 2,0

91515

Desvios Relativos			
1,9	15,1	5,7	9,4
1,9	5,8	2,9	4,9
1,7	3,9	2,2	8,8

AREIA PADRÃO

IPT - Laboratório de Concreto

Ensaio físicos - Argamassa normal.

Amostra nº 13323

Índice de consistência da argamassa - NBR-7215/96			
1ª det. do diâmetro (mm)	Média	Temperatura:	Umidade:
2ª det. do diâmetro (mm)		Misturador Mecânico:	
Cronômetro:	Paquímetro:	Data do ensaio:	Operador:

Moldagem - NBR-7215/96			
	1ª mistura	2ª mistura	3ª mistura
Data	11-04-2005		
Horário do lançamento da água	11:30		
Misturador mecânico: 02	Cronômetro: 05	Operador da desforma:	

Ensaio à compressão - NBR-7215/96										
Idade	Data do ensaio	Horário (h: min)	Máquina de ensaio	Escala	Operador	Carga de Ruptura (kgf)				
						C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03		
X 3 dias	14.04	11:30	02	40000	AP	2600	2560	2620	2660	49-52
X 7 dias	18.04	11:30	02	10000	AP	4860	4820	4860	4900	53-56
X 28 dias	09.05	10:00	02	10000	AP	7080	7300	7000	6960	57-60
X 90 dias	11.07	11:30	02	20000	AP	8700	8950	8750	8850	61-64

Responsável pelo Laboratório:	Data: 11/4/15	
-------------------------------	---------------	--

Calculado por:	Data: 9/5/15	Conferido por:	Data: / /
----------------	--------------	----------------	-----------

Carga de Ruptura (kgf)				Tensão (MPa)					DRM (%)
C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	C.P. 01	C.P. 02	C.P. 03	C.P. 04	Média	
2600	2560	2620	2660	13,0	12,8	13,1	13,3	13,1	2,3
4860	4820	4860	4.900	24,3	24,1	24,3	24,5	24,3	0,8
7080	7300	7000	6960	35,4	36,5	35,0	34,8	35,4	3,1

8700 8950 8750 8850 43,5 44,7 43,7 44,2 44,0

1,0%
 9/5/16

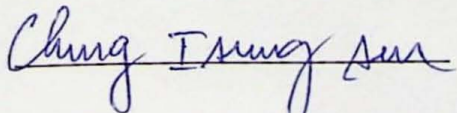
DOAÇÃO

IGC-USP

Data: 24/03/06

MONOGRAFIA (TF-2005/06) O emprego de areias de desmonte hidráulico em argamassas

O conteúdo que foi apresentado nessa Monografia pelo aluno está de acordo com o que ficou estabelecido pelo orientador.


Cheng Isung Sen
(aluno)


Prof. Dr. Lindolfo Soares
(orientador)

