UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Marcelo Leandro Batista de Souza

ANÁLISE MORFOLÓGICA E GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS MIÚDOS EXTRAÍDOS DE DISTINTOS RIOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Marcelo Leandro Batista de Souza

ANÁLISE MORFOLÓGICA E GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS MIÚDOS EXTRAÍDOS DE DISTINTOS RIOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, na área de Estudo de Materiais para Construção Civil.

Orientador: Profo. Cícero Pimentel Corrêa

MARCELO LEANDRO BATISTA DE SOUZA

ANÁLISE MORFOLÓGICA E GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS MIÚDOS EXTRAÍDOS DE DISTINTOS RIOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia da
Universidade de Santa Cruz do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Ap	provado em:	de	de	.·
	BANCA	EXAMINA	ADORA	
	Prof ^a Let	ícia Diesel	- Unisc	
	Prof® Ricar	rdo Glauch	e - Unisc	
	Prof° Cícero P	rimentel C	orrêa - Unisc	

"Oh Zaratustra, eis a grande cidade: você aí não tem nada que procurar mas tem tudo a perder." ... "Aqui todos os grandes sentimentos apodrecem: apenas têm o direito de fazer barulho os pequenos sentimentos ao ruído seco das matracas!"

NIETZSCHE, Friedrich Wilhelm 1844-1900

"Tudo pertence a Deus...

O meu respirar...

O meu pensar...

O meu amar...

O meu viver!"

Marcelo Leandro Batista de Souza

AGRADECIMENTOS

Obrigado Deus por me permitir chegar até aqui. Sigo meu destino com sua permissão e que por sua sabedoria eu possa influenciar de maneira positiva as vidas dos que com a minha vida cruzar.

Obrigado à minha mãe, Selma Silva Gramito Barbosa, por toda dedicação e carinho nessa minha caminhada; muitas vezes a noite me esperando na porteira do nosso sítio na volta da faculdade, chovendo, fazendo frio... Mesmo assim, sempre presente me fortalecendo com suas palavras de apoio e sabedoria emanadas de Deus através de seus lábios, te amo minha mãe.

Obrigado a meu padrasto, José Gramito Barbosa, que tanto me ensinou e muito me ajudou nessa minha vida, como um pai nos momentos mais difíceis e também como um amigo nos momentos de alegria. Muitas rizadas juntos. Saudades de ti que partiu em 2016. Amo-te Zézinho, que Deus o tenha.

Obrigado a meu marido e amigo, Joabson Esteves de Araújo Passinho, que desde 2012 faz a alegria no meu caminhar e que me incentivou a voltar a estudar e fazer uma faculdade, o qual me ajudou a fazer a tradução e revisão deste trabalho com dedicação e paciência. Te amo mozão.

RESUMO

A areia, agregado miúdo utilizado na construção civil, indústria e outros, sendo hoje um dos materiais mais consumidos pelo homem, superado apenas por outro mineral, a água. Algo tão pequeno que só damos conta da sua importância com sua falta em nossa vida, a qual cada vez mais exige seu consumo; misturando com britas de rocha, aço, cimento e a água para moldar em concreto os projetos e assim criar barragens, prédios, pontes, e dentre outras aplicações tantas existentes mantenedoras da qualidade de vida, infraestrutura e saneamento básico em nosso planeta. No Brasil, o consumo de areia é duas vezes maior do que a produção de ferro, sendo consumidas 2,2 tonelada/ano per capita. O Rio Grande do Sul é responsável por quase 5% da areia produzida no país e consome mais de 1.200.000 toneladas por mês (SMARJA). Nessa análise de estudo dispondo de avaliação característica por fotos obtidas por um microscópio da forma superficial, cor e ensaio de granulometria de 8 (oito) amostras de areias de distintas regiões do Rio Grande do Sul: 3 (três) amostras de uma faixa entre o Município de Rio Pardo e divisa do Município de Vale Verde que são as amostras do Rio Jacuí; 2 (duas) amostras nos domínios do Município de Rio Pardo são as amostras de cava do Rio Pardo; 1 (uma) amostra no Município de Rosário do Sul que é a amostra de caya do Rio Cacequi e 2 (duas) amostras entre o Município de Encruzilhada do Sul e o Município de Canguçú são as amostras do Rio Camaquã. Seguindo os critérios de classificação ABNT-NBR 7211/2005 apresenta-se de forma técnica e destaca-se dentre esses diferentes campos de extração do agregado miúdo suas peculiaridades determinísticas regionais das lavras. Subjetivando os dados aqui encontrados vemos que dentre essas regiões de extração dessas areias, nos mostra que tendo dentre elas materiais litótipicos semelhantes torna claro sua procura nesses mesmos locáis de captação, mesmo com sua carga de reposição menor que a demanda da procura em constante crescimento. Pois os litótipos que compoem essas areias são de características favoravéis para a trabalhabilidade nas diversas áreas de aplicação na construção civil.

Palavras-Chave: lavras; granulometria; areia;

ABSTRACT

Sand, a tiny aggregate used in construction, industry, among other ways, is today one of the most used materials by human, surpassed only by another mineral: water. Something so small that we only realize its importance as it lacks in our life which increasingly demands its consumption, mixing with gravel rock, steel, cement and water to shape the projects in concrete and, thus, to create dams, buildings, bridges, and among many other existing applications that maintain the quality of life, infrastructure and basic sanitation on our planet. In Brazil, sand consumption is twice as high as iron production, being consumed 2.2 ton / year per capita. Rio Grande do Sul is responsible for almost 5% of the sand produced in the country and consumes over 1,200,000 tons per month (SMARJA). In this analysis, through characteristic evaluation by photos obtained by a microscope of the surface shape, color and grain size of 8 (eight) sand samples from different regions of Rio Grande do Sul: 3 (three) samples of a range between Rio Pardo Municipality and Vale Verde Municipality border, these are the Jacuí River samples; 2 (two) samples from the Rio Pardo Municipality domains are the Rio Pardo pit samples; 1 (one) from the Rosário do Sul Municipality samples from the Cacequi River, and 2 (two) samples between the municipalities of Encruzilhada do Sul and Canguçú Municipality are the samples from the Camaquã River, following the classification ABNT-NBR 7211/2005 criteria among these different fields of extraction of the small agregate, their regional deterministic peculiarities of the mines. Subjecting the data found here we see that among these regions of extraction of these sands, shows that having among them similar lithotypic materials makes clear their demand in these same catchment sites, even with their replacement load less than the demand of constantly growing demand. For the lithotypes that make up these sands are of favorable characteristics for workability in various areas of application in construction.

Keywords: mining; granulometry; sand;

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 - Peneiras de Classificação Granulométrica empilhadas – fonte autor29
Fotos 2 - Peneiras de Classificação Granulométrica dispostas – fonte autor30
Fotos 3 - Amostras do rio Jacuí fornecidas pelo Areal Santa Cruz
Fotos 4 - Amostras do rio Pardo fornecidas pelo Areal Santa Cruz
Fotos 5 - Amostras do rio Camaquã fornecidas pelo Areal Spiegel
Fotos 6 - Amostras do rio Cacequi fornecidas pelo Areal Spiegel
Fotos 7 - Estufa - fonte autor60
Fotos 8 - pesagem das amostras das areias finas de cava do rio Cacequi – fonte autor65
Fotos 9 - amostra 1 da areia fina de cava do rio Cacequi no frasco de Chapman – fonte autor
65
Fotos 10 - amostra 2 da areia fina de cava do rio Cacequi no frasco de Chapman – fonte autor
65
Fotos 11 - pesagem da amostra A de areia grossa do rio Jacuí – fonte autor
Fotos 12 - amostra A de areia grossa do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor66
Fotos 13 - pesagem da amostra B de areia grossa do rio Jacuí – fonte autor
Fotos 14 - amostra B de areia grossa do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor
Fotos 15 - Pesagem da Amostra A de areia média do rio Jacuí – fonte autor
Fotos 16 - Pesagem da Amostra B de areia média do rio Jacuí - fonte autor
Fotos 17 - amostra B de areia média do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor67
Fotos 18 – Pesagem da Amostra A de areia fina do rio Jacuí – fonte autor
Fotos 19 - amostra A de areia fina do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor
Fotos 20 - Pesagem da Amostra B de areia fina do rio Jacuí – fonte autor
Fotos 21 - Amostra B de areia fina do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor
Fotos 22 - Pesagem da Amostra A de areia grossa do rio Pardo – fonte autor
Fotos 23 - Amostra A de areia grossa do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor 69
Fotos 24 - Pesagem da Amostra B de areia grossa do rio Pardo – fonte autor69
Fotos 25 - Amostra B de areia grossa do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor 69
Fotos 26 - Pesagem da Amostra A de areia média de cava do rio Pardo – fonte autor70
Fotos 27 - Amostra A de areia média de cava do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor
70
Fotos 28 - Pesagem da Amostra B de areia média de cava do rio Pardo — fonte autor70
Fotos 29 - Amostra B de areia média de cava do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor
70
Fotos 30 - Pesagem da Amostra A de areia média do rio Camaquã — fonte autor71
Fotos 31 - Amostra A de areia média do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor .71
Fotos 32 - Pesagem da Amostra B de areia média do rio Camaquã — fonte autor71
Fotos 33 - Amostra B de areia média do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor71
Fotos 34 - Pesagem da Amostra A de areia grossa do rio Camaquã — fonte autor72
Fotos 35 - Amostra A de areia grossa do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor72
Fotos 36 - Pesagem da Amostra B de areia grossa do rio Camaquã — fonte autor
Fotos 37 - Amostra B de areia grossa do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor72
Fotos 38 - Balança - fonte autor
1000 00 Daranga 10110 autor

Fotos 39 - Peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1/2010 - fonte autor74
Fotos 40 - Amostra do acumulo de massas nas peneiras, aqui da areia grossa do Camaquã75
Fotos 41 - Amostras das Areias – fonte autor87
Fotos 43 - Um grão de areia grossa da amostra do Rio Jacuí ampliada 100X – fonte autor88
Fotos 44 – Amostra de um grão de areia fina de cava do Rio Cacequi ampliada 100X – fonte
autor88
Fotos 45 - Amostra de um grão de areia grossa do Rio Camaquã ampliada 100X – fonte autor
89
Fotos 46 - Amostra de um grão de areia grossa de cava do Rio Pardo ampliada 100X - fonte
autor89
Fotos 47 - Amostra de grãos de areia grossa de cava do Rio Pardo ampliada $10X$ - fonte autor
90
Fotos 48 - Amostra de grãos de areia grossa do Rio Jacuí ampliada 30X - fonte autor90
Fotos 49 - Amostra de grãos de areia média do Rio Jacuí ampliada 30X - fonte autor91
Fotos 50 - Amostra de grãos de areia fina do Rio Jacuí ampliada 30X - fonte autor91
Fotos 51 - Amostra de grãos de areia fina de cava do Rio Cacequi ampliada $30X$ - fonte autor
92
Fotos 52 - Amostra de grãos de areia média de cava do Rio Pardo ampliada $30X$ - fonte autor
92
Fotos 53 - Amostra de grãos de areia grossa de cava do Rio Pardo ampliada $30X$ - fonte autor
93
Fotos 54 - Amostra de grãos de areia média do Rio Camaquã ampliada 30X – fonte autor93
Fotos 55 - Amostra de grãos de areia grossa do Rio Camaquã ampliada 30X – fonte autor 94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bloco diagrama ilustrando a distribuição dos diversos elementos topográficos e
estruturais deposicionais em planícies de inundação. (MEDEIROS, SCHALLER E
FRIEDMAN, 1971) – fonte: (Christofoletti, 1980)
Figura 2 – Processo Geomórfico Dominante (CHRISTOFOLETTI, 1980)26
Figura 3 - Triângulo Textural
Figura 4 - Carta-padrão de Esfericidade segundo Rittenhouse (1943)46
Figura 5 - Faixa de distribuição das partículas - fonte: teoria fornecida em aula de materias de construção civil
Figura 6 - Cuvas Granulométricas - fonte: teoria fornecida em aula de materias de construção
civil51
Figura 7 - Composição granulométrica - fonte: teoria fornecida em aula de materias de
construção civil
Figura 8 - Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul - fonte GIS - (Sistema Geodésico
Internacional)53
Figura 9 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Jacuí, imagem da área
extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul – fonte GIS - (Sistema Geodésico
Internacional)54
Figura 10 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Pardo, imagem da
área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul - fonte GIS - (Sistema
Geodésico Internacional)
Figura 11 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Cacequi, imagem
da área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul - fonte GIS - (Sistema
Geodésico Internacional)56
Figura 12 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Camaquã, imagem
da área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul – fonte GIS - (Sistema
Geodésico Internacional)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Massa mínima por amostra de ensaio	27
Tabela 2 - Classificação Granulométrica para Agregados Miúdos (tabela de aber	turas das
peneiras e limites da distribuição) - adapitada pelo autor	28
Tabela 3 - Quantidade e valor da produção mineral comercializada em 2015, destac	ando aqui
apenas água e a areia. (AME-RS, 2015)	35
Tabela 4 - Áreas de utilização da areia. (ANEPAC, 2012)	39
Tabela 5 – M.E Massa Específica dos agregados	41
Tabela 6 – fonte: ABNT NBR 7211/2005	48
Tabela 7 - cálculo da massa específica – fonte autor	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Consumo de Agregados no Brasil em milhões de toneladas. (ANEPAC, 2012	2)34
Gráfico 2 - Curvas Granulométricas da Areia Fina de Cava do Rio Cacequi	76
Gráfico 3 - Curvas Granulométricas da Areia Grossa do Rio Jacuí	77
Gráfico 4 - Curvas Granulométricas da areia Média do Rio Jacuí	78
Gráfico 5 - Curvas Granulométricas da areia Fina do Rio Jacuí	79
Gráfico 6 - Curvas Granulométricas da areia Grossa do Rio Camaquã	80
Gráfico 7 - Curvas Granulométricas da areia Média do Rio Camaquã	81
Gráfico 8 - Curvas Granulométricas da areia Média de Cava do Rio Pardo	82
Gráfico 9 - Curvas Granulométricas da areia Grossa de Cava do Rio Pardo	83
Gráfico 10 - Ensaio granulométrico - sobreposição das curvas para comparações	84

LISTA DE ABREVIATURAS

SMARJA Sociedade dos Mineradores de Areia do Rio Jacuí

UNISC Universidade de Santa Cruz do Sul

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR Normas Brasileiras

TCE-RS Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul

ANM Agência Nacional de Mineração

AME-RS Anuário Mineral Estadual do Rio Grande do Sul

FEPAM Fundação Estadual de Proteção Ambiental

SEMA Secretária do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

DOE Diário Oficial do Estado

ANEPAC Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para

Construção

RGMSA Rio Grande Mineradora Sociedade Anônima

SUMARIO

AGRADECIMENTOS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FOTOS	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE GRÁFICOS	15
LISTA DE ABREVIATURAS	16
SUMARIO	17
1 INTRODUÇÃO	19
1.1 ÁREA	19
1.2 LIMITAÇÕES DO TEMA	19
1.3 PROBLEMA DA PESQUISA	19
1.4 OBJETIVOS	21
1.4.1 OBJETIVO GERAL	21
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.5 JUSTIFICATIVA	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 DEFINIÇÃO DE AGREGADO MIÚDO	22
2.2 CLASSIFICAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO (AREIA)	27
2.3 EXTRAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO	31
2.3.1 MINERADORA	31
2.3.2 PROCESSOS DE MINERAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO	31
2.3.3 A INDUSTRIA DE MINERAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO (AREIA)	33
2.3.4 PERSPECTIVA DO SETOR DE MINERAÇÃO DE AREIA	35
2.3.5 TIPOS DE AREIAS	36
2.3.6 UTILIZAÇÃO DA AREIA	39
2.4 PROPRIEDADES DA AREIA	39
2.4.1 MASSA ESPECÍFICA	40
2.4.2 ABSORÇÃO E UMIDADE SUPERFICIAL	41
2.4.3 TEXTURA	44
2.4.4 MORFOLOGIA	45

2.4.5 SUBSTÂNCIAS DELETÉRIAS	47
2.4.6 COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA	
3 METODOLOGIA	52
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	52
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	53
3.2.1 MATERIAL UTILIZADO NA PESQUISA	53
3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL AREIA	58
3.3 CRONOGRAMA	61
4 RESULTADOS	62
4.1 CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA	62
4.2 ENSAIO GRANULOMÉTRICO	73
5 ANALISE FOTOGRÁFICA POR MICROSCÓPIO DOS AGREGA	ADOS MIÚDOS 87
6 CONCLUSÕES	95
7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	96
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

1 INTRODUÇÃO

1.1 ÁREA

A presente análise foi idealizada na questão do estudo de materiais para à construção civil, restringindo-se ao estudo do agregado miúdo, para melhor conhecer suas características morfológicas e granulométricas.

1.2 LIMITAÇÕES DO TEMA

Utilizando 8 (oito) amostras de agregados miúdos de diferentes locais de extração de distintas regiões do Estado do Rio Grande do Sul sendo esses rios provenientes do planalto meridional, depressão central, escudo sul-rio-grandense e que ambos afluem na planície costeira, sendo essas amostras de areias:

- 3 (três) amostras de uma faixa entre o Município de Rio Pardo e divisa do Município de Vale Verde que são as amostras do Rio Jacuí;
- 2 (duas) amostras nos domínios do Município de Rio Pardo são as amostras de cava do Rio Pardo;
- 1 (uma) amostra nos domínios do Município de Rosário do Sul que é a amostra de cava do Rio Cacequi;
- 2 (duas) amostras de uma faixa entre o Município de Encruzilhada do Sul e o Município de Canguçú são as amostras do Rio Camaquã.

Analisar suas características granulométricas e morfológicas, por métodos de leitura de imagens ampliadas em microscópio, pesagem e classificação granulométrica com a finalidade em expressar de maneira mais técnica e acadêmica os seus aspectos de formato, cores e partes deletérios visualmente detequitavel nessas amostras, que são resultantes em seus locais de lavra após o processo erosivo e de intemperismo desses fragmentos de rochas e minerais e pelo arrasto das águas desses rios.

1.3 PROBLEMA DA PESQUISA

A expansão imobiliária nas áreas urbanas em constante crescimento, a cada ano, tem exigido muito mais consumo de matérias primas para sua criação. A construção de

empreendimentos seja na área urbana ou rural, sempre teve a necessidade do uso de agregados miúdos, um material extraído diretamente do meio ambiente para seu uso final, tal qual esse é a areia, sendo uma das matérias prima de agregados miúdos mais utilizada e insubstituível por outro material de extração direta há anos. Esse bem de origem natural do processo do intemperismo e do tempo é utilizado na construção civil em grandes quantidades por ano e também tem sua utilização para outros fins além de agregado na composição do concreto, também utilizado nas indústrias e na produção de vidros.

Atualmente dados da Sociedade dos Mineradores de Areia do Rio Jacuí – (SMARJA) mostram que o Rio Grande do Sul é responsável por quase 5% da areia produzida no país e consome mais de 1.200.000 toneladas por mês, por se tornar elemento essencial na composição de argamassas que transformam as arquiteturas e as imagens das cidades. No século XIX a invenção do Cimento Portland, que tem a areia como componente indispensável, passou a ser consumida em grande escala, ao longo da história do homem, o mundo se transformou e o uso da areia se tornou indispensável, sua maior aplicação continua sendo na construção civil. A diferença é a quantidade hoje, o homem utiliza muito mais areia tornando o bem mineral mais consumido no mundo depois da água.

Consumo sustentável e preservação é a nova regra para se preservar a vida em nosso planeta e manter a existência do próprio ser humano. Em toda a cadeia produtiva do segmento da indústria da construção civil no mundo estuda maneiras em que viabilizem satisfazer a ânsia das exigências construtivas atuais, sem colocar em detrimento a manutenibilidade desse tipo de extração de matéria prima para as gerações futuras.

Entretanto, embora as atividades de extração mineral sejam de grande importância para o desenvolvimento social, são também responsáveis por impactos ambientais negativos muitas vezes irreversíveis (BRANDT, 1998).

Nesse contexto o consumo de agregado miúdo, causa dessa análise, tem registro de sua falta por consequência de determinação arbitrada pela justiça do Rio Grande do Sul em 2012, pois de acordo com o Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul, extrações ilegais foram registradas nesse período, com consequências do desaparecimento de praias, pontais e bancos de areia. Segundo Giovani Grizotti (2013, http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/05/justica-proibe-tres-empresas-de-extrair-areia-do-rio-jacui-no-rs.html), "Em 2012, dez embarcações em áreas irregulares foram apreendidas pela Polícia Federal. O

desaparecimento de praias, de pontais e bancos de areia é investigado pela PF. Em 2007, o levantamento mostrava o sumiço de 33 praias, hoje seriam aproximadamente 100."

Visando essa extração dos agregados miúdos desses locais continuamente explorados pelas mineradoras para atender o consumo crescente desse tipo de materia prima utilizada na construção civil, vemos a necessidade de classificar e destacar as características nesses materiais para esclarecer de forma simples o porque da constante procura e extração do minério nesses mesmos locais, elucidando suas propriedades, granulometria, forma e cor.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

Classificar os agregados miúdos, colocando em ênfase os critérios morfológicos, granulométricos e visuais de cada uma das amostras dos distintos locais coletados.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar a granulometria, morfologia;
- Comparar entre os agregados miúdos seus aspectos de formato, cores e partes deletérios visualmente detequitavel nessas amostras de distintos locais;
- Apontar características dos locais de origem das amostras de agregado miúdo.

1.5 JUSTIFICATIVA

Seguindo relatório do Anuário Mineral Estadual de 2016, o consumo desse tipo de minério de agregado miúdo, para a indústria da construção civil mostra que, temos hoje um quadro preocupante diante da conciliação na preservação do meio ambiente e o avanço da produção nacional de areia. Atualmente há um consumo anual de mais de 11 milhões de toneladas de agregado miúdo, seguindo como referência ao ano base de 2015.

Colocando em orientação de pesquisa classificatória sobre esse tipo de material mineral, temos uma ideia da qualidade desses agregados miúdos ao qual são utilizados na indústria da construção civil, destacando uma prospecção sobre esse consumo regional, trazendo informações elucidativas das características classificatórias desses agregados miúdos provindos dos locais mencionados anteriormente. Assim evidenciando as características das amostras estudadas, mensiono os resultados dando entendimento da morfologia desses agregados e fazendo mensão da provável origem desses sedimentos encontrados nesses pontos de extração dessas jazidas para atender a demanda da procura por esses materiais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINIÇÃO DE AGREGADO MIÚDO

Agregado miúdo na forma genérica é constituído por amplo conjunto de pequenos materiais granulares de fragmentos minerais, principalmente o quartzo, para uso diverso:

- Agregado para construção civil;
- Minério portador de minerais de interesse econômico: monazita (cério e terras-raras), ilmenita (titânio), ouro, cassiterita e outros;
- Indústrias de transformação (vidros, abrasivos, química, cerâmica, siderurgia, filtros, jateamento, defensivos agrícolas, ferro-ligas, cimento, refratários);
- tratamento de águas e esgotos;
- moldes de fundição.

Podendo os agregados miúdos apresentarem-se em forma de sedimentação inconsolidada ou através de processos de litificação que sofre a transformação de rochas areníticas. Encontra-se em dunas litorâneas (transporte eólico), terraços aluviais e planícies (transporte em meio aquoso) e nos leitos dos rios atuais na forma não coesiva, podem ser resultado de retrabalho de formação arenítica esse produto ou de erosões das rochas ígneometamórficas detentoras de quartzo na sua origem. Quando consolidada apresenta a forma de quartzitos ou arenitos ao sofrer intenso metamorfismo. (RODRIGUES, 2000)

Os agregados também podem ser classificados quanto às suas propriedades e tamanho dos fragmentos. Quanto às propriedades, os agregados podem ser classificados como leves (pedra-pomes, vermiculita, argila expandida e outros), normais (areias, pedregulhos e pedras britadas ou britas) ou pesados (barita, magnetita, limonita e outros), conforme a sua massa específica aparente, ou podem ser classificados conforme a composição mineralógica, que pode ser proveniente da decomposição de três tipos de rochas: ígneas, sedimentares ou metamórficas. (RODRIGUES, 2000)

Existem vários tipos de depósitos naturais de agregados miúdos para se fazer a extração para utilizar na construção civil ou indústria, observa-se os principais ambientes geológicos:

-planícies costeiras;

-planícies de inundação e terraços aluviais de fundos de vale (pretéritos);

-coberturas de morros constituídas por formações sedimentares arenosas mais antigas;

-coberturas de morros com mantos de alteração de rochas quartzosas (BUENO, 2010).

As planícies de inundação desenvolvidas em trechos de canais meândricos apresentam topografia altamente diversificada e podem ser consideradas as mais importantes. O canal meândrico em geral, situa-se em faixa aluvial que altimetricamente se encontra a decímetros ou metros acima das baixadas marginais adjacentes, conhecidas como bacias de inundação. A imigração das curvas meândricas faz com que muitos aspectos topográficos relacionados com a erosão e sedimentação nos canais integrem a configuração topográfica da planície de inundação, como os cordões marginais convexos e os meandros abandonados. Todavia, há formas de relevo desenvolvidas por processos de sedimentação que ocorrem fora do canal, na superfície da planície de inundação, constituindo também elementos característicos de sua composição: os diques marginais, os sulcos e os depósitos de recobrimento e as bacias e inundação. A figura 1 ilustra a distribuição dos diversos elementos topográficos. (CHRISTOFOLETTI, 1980)

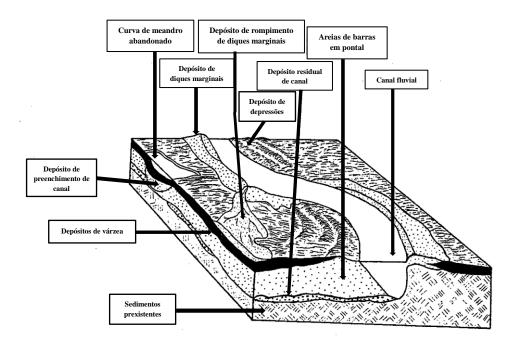


Figura 1 - Bloco diagrama ilustrando a distribuição dos diversos elementos topográficos e estruturais deposicionais em planícies de inundação. (MEDEIROS, SCHALLER E FRIEDMAN, 1971) – fonte: (Christofoletti, 1980).

O processo geomórfico até a geração dos sedimentos finos é o deslocamento dos sedimentos rochosos gerados pelo intemperismo junto com a ação dos ventos e o arrasto por agente transportador, nesse caso as águas pluviais, que levam esses materiais até as zonas mais planas e baixas dos perfis topográficos.

Numerosos estudos (Dan e Yaalon, 1964; Blume e Schlichting, 1965; Blume, 1968; Walker e Ruhe, 1968; Huggett, 1975; Penncko e Vreeken, 1986; Pennock e Acton, 1989) confirmaram que as relações de catena ocorrem em vários climas e paisagens. Conacher e Dalrymple (1977) e Dalrymple et al. (1968) forneceram uma descrição quantitativa de a catena. Eles definiram a relação da encosta do solo como um 3D de unidade com dimensões laterais arbitrárias que se estendem desde a colina até o fundo do vale e da superfície do solo até a base do solo. Eles segmentaram a encosta em nove unidades de superfícies terrestres, com base na morfologia do solo, constituintes de solo por terra e vazão, ou pela gravidade como movimentos de massa. (HUANG, 2018)

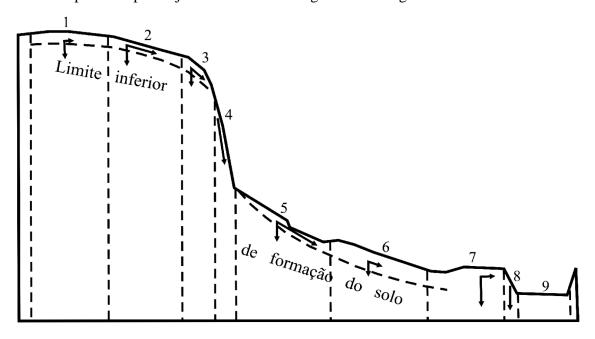
A figura 2 mostra um perfil topográfico com setas indicando esse trajeto que os solos sedimentares percorrem até a parte mais baixa. Segundo aput do livro Geomorfologia - Antonio Christofoletti-1980 pg 41 a figura representada por Dalrymple em 1968, explica de forma susinta o processo de sedimentação de uma catena. Catena é uma sucessão de solos com a mesma idade e proveniência mas com características diferentes devido à variação topográfica. Aqui vemos o ocorrido em um perfil topográfico abrangendo nove hipóteses de inclinações direcionadas para um canal de um rio.

As nove unidades hipotéticas no modelo de vertente, com setas indicando a direção e intensidade relativa do movimento da rocha intemperizada e dos materiais do solo pelos processos geomórficos dominantes. De maneira clara em cada trecho se expoe o que ocorre com os materiais sedimentares a seguir:

- No trecho 1 de inclinação entre 0° e 1° denominado Interflúvio, sendo um relevo ou
 área elevada entre dois cursos de água ou dois vales, aqui o solo recebe a água de
 precipitação pluvial em movimento vertical a sua superfície e se espalha pelo terreno
 local.
- No trecho 2 de inclinação entre 2°e 4° denominado Declive Com Infiltração, trata de uma região onde começa a aumentar sua inclinação em direção ao vale, aqui o solo recebe a água de precipitação pluvial em movimento vertical e começa um movimento lateral crescente devido esse aumento de inclinação onde tende a levar essa água com os sedimentos em direção ao vale.
- No trecho 3 com inclinação támbem entre 2° e 4° porem de comprimentos menores é denominado como Declive Convexo Com Rastejo, pois aqui começa o rastejo desse material sedimentado com formação de terracetes pela água precipitada lenvando o tombamento desse material em direção ao vale.
- No trecho 4 com inclinações de 45° é denominado como Escarpa, aqui com comprimentos curtos os sedimentos caem, desmoronam para parte mais baixa do vale fragmentando mais esse material.
- No trecho 5 de inclinação variavél pois se trata de uma região de acumulo desses materiais sedimentados desmoronados da parte mais alta do terreno, aqui novamente tem a formação de terracetes e sofrem a influência das águas superficiais e subsuperficiais que movimentão esse material em direção a calha do rio.
- No trecho 6 seguindo com inclinações entre 26° à 35° é denominado por Sopé Coluvial, nessa região acontece a reposição de material sedimentado pela movimentação coletiva e escoamento superficial por ação das águas pluviais, criando a formação de cones de dejeção do material transportado pela ação de arasto.
- Seguindo o próximo trecho 7 com inclinações entre 0° e 4° é denominado de Declive Aluvial, nessa área formam depósitos aluviais decorrentes dos movimentos superficiais das águas pluviais.
- No trecho 8 de inclinações extremamente variáveis é denominado por Margem do Curso da Água, aqui são os limites da calha do curso de água, sendo uma região de mudanças

constantes devido ao fluxo das águas pluviais se concentrarem para o mesmo local assim havendo uma variação constante de acumulos e perdas de materiais sedimentares.

 Por fim o trecho 9 denominado de Leito do Curso de Água, área extramamente variável em nível e forma, aqui os materiais arrastados pelas águas das margens são transportados para a jusante do curso da água de forma gradativa.



1 Interflúvio (0° - 1°) Processos pedogenéticos associados com movimento vertical da água superficial. 2 Declive com Infiltração (2° - 4°) Eluviação mecânica e química pelo movimento lateral da água subsuperficial. 3 Declive convexo com rastejo (2° - 4°) Rastejo e formação de terracetes. 4 Escarpa (ângulo mínimo de 45°) Desmoronamentos, deslizamentos, intemperismo químico e mecânico. 5 Declive intermediário de transporte Transporte de material pelos movimentos coletivos do solo; Formação de terracetes; Ação da água superficial e subsuperficial. **6** Sopé coluvial (ângulos entre 26° e 35°) Reposição de material pelos movimentos coletivos e escoamento superficial; Formação de cones de dejeção; Transporte de material; Rastejo; Ação subsuperficial da água. 7 Declive aluvial $(0^{\circ} - 4^{\circ})$ Deposito aluvial; Processos oriundos do movimento subsuperficial da água. 8 Margem de curso de água Deslizamento; Desmoronamento. 9 Leito do curso de água Transporte de material para jusante pela ação da água

superficial; Gradação periódica.

Processo geomórfico dominante

Figura 2 – Processo Geomórfico Dominante (CHRISTOFOLETTI, 1980)

Unidade da vertente

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO (AREIA)

Para determinar a propriedade que remete a granulometria faz-se a distribuição dos tamanhos dos grãos de um agregado, assim determina da amostra utilizada qual a porcentagem que pertence para cada faixa granulométrica conforme o tamanho dos grãos classificados. Determinamos essa distribuição granulométrica por meio de ensaio descrito na NBR7217/1987, de duas amostras desse material cuja dimensão máxima do agregado utilizado é a função que expressa a massa mínima desse material peneirado, a seguir vemos na tabela 1 essa classificação.

Onde na coluna esquerda determina a dimensão máxima característica dos agregados em milímetros e na coluna direita a massa mínima da amostra de ensaio em quilograma. Como o referido trabalho encontra-se na faixa de 4,8 mm à 25 mm aproximadamente para as dimenções dos agregados obtevi-se as amostras de 5kg cada.

Dimenção máxima característica do agregado (mm)	Massa mínima da amostra de ensaio (kg)
< 4,8	0,5
6,3	3
> 9,5 e < 25	5
32 e 38	10
50	20
64 e 76	30

Tabela 1 - Massa mínima por amostra de ensaio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas define escalas referentes a granulometria para agregados miúdos, aqui referidos como Areias. A norma ABNT-NBR 7211/2005 define a seguinte classificação granulométrica para esses agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 µm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248/2003, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1/2010.

Na tabela 2 apresenta-se os valores das aberturas das peneiras nas colunas esquerdas com a série normal e série intermediária, nas demais colunas seguem as porcentagens em massa retida acumulada em cada peneira com seus limites inferiores e superiores de distribuição granulométrica de agregados miúdos. Essa tabela foi realizada com a junção da tabela de abertura das peneiras mais a tabela de limites de distribuição granulométrica para facilitar sua classificação, suprimida a área de classificação granulométrica para agregados graúdos cujo só foi expresso na coluna esquerda a medida das peneiras, da qual não se trabalhará nesse estudo.

Pois nosso estudo se restringe a faixa de peneiras que são de 4,75 mm até 150 μm e classificado pelos Limites Inferiores de massa retida nessas peneiras em porcentagem de 0% até 85% para a Zona Utilizável e porcentagem de 0% à 90% para a Zona Ótima; nessa mesma faixa segue classificando os Limites Superiores de massa retida nessas peneiras em porcentagem de 0% à 95% para a Zona Ótima e porcentagem de 0% à 100% para a Zona Utilizável. Aqui o Módulo de Finura para a Zona Ótima varia entre 2,20 à 2,90 tanto para Limites Inferiores quanto Limites Superiores, e Módulo de Finura para Zona Utilizável Inferior varia entre 1,55 à 2,20, e Módulo de Finura para Zona Utilizável Superior varia entre 2,90 à 3,50.

	ıra das	Torcemagent, em massa, redua acumulada					
(ABNT NB	ns (mm) R NM ISO 0-1)	Limites 1	Inferiores	Limites S	uperiores		
Série Normal	Série Intermediária	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima Zona ótima			
76 mm	-						
-	64 mm						
-	50mm		Área suprimida	por se tratar de			
38 mm	-		outra classificaçã	o específica para dos contidas na			
-	32 mm		~ ~	5 - item 6.1.1 da			
-	25 mm		tabela 6 da re				
19 mm	-						
-	12,5 mm						
9,5 mm	-	0	0	0	0		
-	6,3 mm	0	0	0	7		
4,75 mm	-	0	0	5	10		
2,36 mm	-	0	10	20	25		
1,18 mm	-	5	20	30	50		
600 μm	-	15	35	70			
300 μm	-	50	65 85		95		
150 μm	-	85	90 95		100		
NOTAS							
1	O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.						
2			utilizável inferior				
3	O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.						

Tabela 2 - Classificação Granulométrica para Agregados Miúdos (tabela de aberturas das peneiras e limites da distribuição) - adapitada pelo autor.

A seguir a foto 1 mostram as referidas peneiras empilhadas umas sobre as outras na forma como se realizou o processo de granulometria, onde se empilham a bandeixa denominada "fundo" de mesma forma das peneiras seguindo da peneira de 150 μ m, 300 μ m, 600 μ m, 1,18 mm, 2,36 mm e 4,75 mm finalizando com uma tampa no topo para não ocorrer a perda de material estudado



Fotos 1 - Peneiras de Classificação Granulométrica empilhadas – fonte autor



Fotos 2 - Peneiras de Classificação Granulométrica dispostas – fonte autor

De forma clara e objetiva para determinação da composição granulométrica o ensaio de peneiramento define-se com as etapas descritas de forma suscinta do que é determinado na NBR NM 248/2001 á seguir:

- 1. Em estufa á $(105 110)^{\circ}$ C, secar 5 kg de agregado para obter as duas amostras que serão analisadas pela duração de 24 horas;
- 2. Esfriar esse agregado à temperatura ambiente pesar desse material suas duas massas (M1 e M2) 0,5 kg de cada uma;
- 3. Tomar a amostra (M1) e reservar a amostra (M2);
- 4. Estando as peneiras devidamente sobre postas umas as outras vai despejando a amostra (M1) sobre a peneira na parte superior desse conjunto;
- 5. Realizar a agitação do conjunto de forma mecânica ou manual entre 1 à 2 minutos para se obter a separação e classificação prévia das variações de tamanhos dos grãos dessas amostras;
- Limpar com pincel escova de nylon a cada peneira removendo esse material para os receipientes respectivamente identificados, escovando ambos os lados da tela da peneira;
- 7. Pesar esse material para determinar a massa total que foi retida na peneira, realizar em cada uma das peneiras;
- 8. A somatória das massas deve ferir não superior de 0,3% dessa massa seca da amostra introduzida inicialmente no conjunto de peneiras;
- 9. Repetir o processo de peneiramento para a amostra (M2) que foi devidamente reservada:

- 10. Calcular a porcentagem retida de massa para cada uma dessas amostras do ensaio em cada uma das peneiras obtendo aproximação de 0,1%;
- 11. Em cada peneira calcular as porcentagens médias acumuladas e retidas obtendo aproximação de 1%.

2.3 EXTRAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO

2.3.1 MINERADORA

Mineradora é a empresa que utiliza processos de extração de recursos naturais de depósitos ou massas minerais cujo alguns em natura e outros beneficiados vão para o consumo das indústrias, nessa atividade incluem exploração de jazidas, gás natural, petróleo e água. Sendo imprescindíveis para à continuidade da evolução humana e sua atual sociedade. Todo bem durável ou não atualmente utilizado por nós é composto por vários produtos combinados gerados à partir de algum minério extraído da natureza, assim demostra o quão importante é esse tipo de atividade em nossa sociedade.

Com os acontecimentos das últimas décadas envolvendo mineradoras, por causa de acidentes, levaram a sociedade questionar a real necessidade dessa atividade. E por desconhecimento de muitos da origem de tudo o que consomem, criou-se uma imagem destorcida dessa atividade tão importante. E não menos deve-se lembrar que essa produção mineral, origem de muitas matérias primas, não tem capacidade infinita para atender a sociedade, pois muitos dos recursos naturais são finitos.

2.3.2 PROCESSOS DE MINERAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO

Os métodos de lavra empregados para a extração de agregado miúdo, matéria prima utilizada na construção civil, indústria e outros, são três os principais métodos: dragagem, desmonte hidráulico e lavra por tiras todos esses dependem da natureza do depósito que está sendo lavrado:

 Método 1 – Dragagem: é feita em leitos de rios ou em cavas inundadas, onde a areia em lavra se encontra abaixo do nível freático. Dragagem em leitos e cava submersa, é realizada por uma draga acoplada na parte superior de um barco/balsa e equipado com bombas centrífugas. As cavas geralmente são formadas por desvios de rios dando origem a materiais não consolidados de pouca coesão. Tubulações servem para conduzir as águas necessárias para escavar e também sendo o meio de transporte do material até os silos e para as estações de lavagem. Conforme essa polpa é descarregada nessas câmaras, os finos (silte, argila) presentes na água são descarregados por transbordo de carregamento. Quando os barcos/balsas tem suas câmaras lotadas são rebocadas até as margens onde essas areias são depositadas no leito da cava. Quando elas abrem suas comportas inferiores na sequência esse agregado miúdo é succionado por bombas de uma draga fixa que leva esse material para serem classificados em silos de separação.

- Método 2 Desmonte Hidráulico: é usado em cavas secas e em mantos de alteração de maciços rochosos.
 - Desmonte hidráulico é empregado em depósitos de planície fluvial, formações sedimentares e denominado método de cava seca onde há coberturas indiferentes e mantos de alterações rochosas cristalinas, nesse campo a mina evolui para forma de um talude irregular. Existe uma etapa inicial de escarificação da frente de lavra, o decapeamento da cobertura vegetal do local antecede a operação de desmonte que na maioria é realizado por tratores esteiras e pás carregadeiras. O desmonte é o jateamento de água na bases dos taludes da cava realizando o desmoronamento dos sedimentos ou rochas alteradas que descem por gravidade até uma bacia formada para acumulação desse material onde será transportado para o beneficiamento/classificação.
- Método 3 Lavra por Tiras (Stripping Mining): é usado em depósitos homogêneos e de maior extensão horizontal.
 - Lavra por Tiras a lavra a céu aberto por tiras é utilizada principalmente em jazidas com predominância de camadas horizontais (strata bound), com espessuras de minério menores em relação às grandes dimensões laterais. É semelhante à lavra por bancadas (método utilizado na extração de outros minérios), diferindo num aspecto: o capeamento não é transportado para um bota-fora ou pilhas de estéril, mas depositado diretamente nas áreas adjacentes

já lavradas. Por vezes a mesma máquina faz a escavação e o transporte do estéril, em uma operação unitária. Em alguns casos parte do estéril é transportado por caminhão para fora da mina como a cobertura vegetal, para uso posterior na recuperação da área. A deposição do estéril na cava faz com que este método seja de alta produtividade e de custo mais baixo.

"Outra vantagem é que o corte fica aberto por um tempo relativamente curto, permitindo trabalhar com um ângulo de talude maior." (SOUZA, 1994)

Dependendo do método de beneficiamento empregado no agregado miúdo lavrado, obtémse os seguintes produtos:

Areia bruta – não beneficiada;

Areia lavada – normalmente com o uso de peneiras visando a remoção dos grossos e de outras impurezas indesejáveis;

Graduada – que apresenta uma distribuição granulométrica pré-estabelecida. (CHAVES & WHITAKER, 2012)

2.3.3 A INDUSTRIA DE MINERAÇÃO DE AGREGADO MIÚDO (AREIA)

A mineração de agregado miúdo (areia) sendo a base para a indústria da construção civil, além de gerar muitas frentes de trabalho conta com um faturamento expressivamente importante. Essa é uma atividade econômica produtora de grandes volumes, atualmente o valor empregado nessa atividade está com 2/3 retidos nos custos com o transporte de sua origem até o consumo final, o que obriga a buscar necessariamente uma fonte desse produto o mais próximo possível do mercado consumidor que são as aglomerações urbanas.

Adequações para restrições ambientais tornam cada vez mais difícil a operação de lavras em várzeas e leitos dos rios para mineração da areia, levando a abrir novas áreas de extração de areia sempre mais longes dos consumidores finais acarretando o aumento dos custos com o transporte, assim repassando para o preço final da venda.

Em nosso país o maior exemplo disso é a cidade de São Paulo que com grande parte desse produto consumido é extraído de locais com mais de 100 km da capital o que eleva o preço final para o consumidor em geral, tanto pessoa física quanto pessoa jurídica e mesmo

para o governo. O número de empresas no Brasil que produzem areia é da ordem de 2.000. (ANEPAC, 2012).

O gráfico 1 nos mostra uma projeção atual e futura do consumo de agregados no Brasil, no qual se focarmos aqui para o consumo de areia destacado em cinza claro na linha do gráfico com registros desde o ano base de 1997, tendo um consumo próximo de 300 milhões de toneladas de areia e no ano base de 2018 ultrapassando mais de 500 milhões de toneladas de areia, e uma projeção para até o ano base de 2022 ultrapassar os 600 milhões de toneladas de consumo de areia.

Tem-se uma proporção da necessidade cada vez maior desse material mineral ao qual objeto de estudo classificatório. Na sequência visualiza-se a tabela 3 com os valores em milhões de reais gerados com a produção e beneficiamento das lavras desse material mineral de agregados miúdos, e comparados com valores gerados pela produção e beneficiamento de água consumida no Estado do Rio Grande do Sul, onde a produção e beneficiamento dos agregados miúdos chegam a uma expressão de cerca de 45,24% do valor gerado por consumo de água com base no ano de 2015. (AME-RS, 2015)

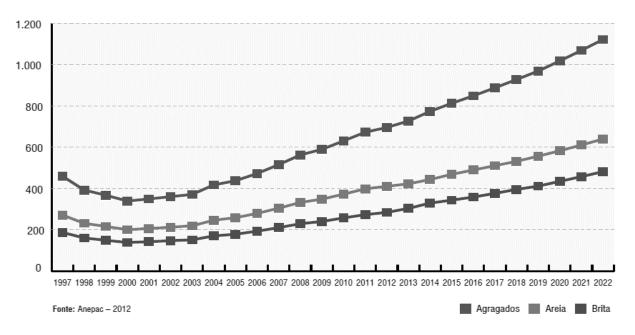


Gráfico 1 - Consumo de Agregados no Brasil em milhões de toneladas. (ANEPAC, 2012)

Ol / Obt	Bruta		Beneficiada			Valor Total		
Classe / Substância	Quantidade		Valor (R\$)	Quantidade		Valor (R\$)	(R\$)	
Rio Grande do Sul			254.590.609			1.216.281.799	1.470.872.408	
Não-Metálicos			254.590.609			806.616.418	1.061.207.027	
Água Mineral ⁽²⁾	-		-	453.744	103l	281.176.684	281.176.684	
Água Mineral	-		-	453.744	103l	281.176.684	281.176.684	
Areia	12.095.929	t	126.343.874	-		-	126.343.874	
Areia	12.095.929	t	126.343.874	-		_	126.343.874	
Areias Industriais	-		-	11.845	t	851.003	851.003	
Areia Industrial	-		-	11.845	t	851.003	851.003	

Tabela 3 - Quantidade e valor da produção mineral comercializada em 2015, destacando aqui apenas água e a areia. (AME-RS, 2015)

2.3.4 PERSPECTIVA DO SETOR DE MINERAÇÃO DE AREIA

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) publicou em 2018 nova portaria no Diário Oficial do Estado (DOE) com medidas de precaução com intenção de reforçar o controle ambiental. "Nosso compromisso é garantir todos os esforços para que a natureza seja protegida da melhor maneira". Ana Pellini chefe da Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA) e diretora presidente da FEPAM.

Acrescentando novas restrições ao tamanho de lanças das dragas de sucção de areia do fundo dos rios, restringindo a profundidade máxima dos recursos hídricos com variações entre 3 e 10 metros dependendo de cada rio, distâncias mínimas de 50 metros das margens dos rios com cursos de água de leito médio igual ou superior a 150 metros.

Segundo Fernanda Wenzel (2019, < https://www.oeco.org.br/reportagens/mineradoras-se-voltam-para-o-rio-grande-do-sul-com-quatro-grandes-projetos/>), "Estado sem tradição mineradora, o Rio Grande do Sul tem atraído nos últimos anos o interesse de empresas nacionais e internacionais. Uma pesquisa no sistema do Departamento Nacional de Produção Mineral mostra a existência de 5192 Requerimentos de Autorização de Pesquisa, que é o pedido para que a empresa realize trabalhos de definição da jazida e avaliação de viabilidade econômica. No momento, quatro grandes empreendimentos tramitam junto aos órgãos ambientais.

O projeto em estágio mais avançado é o Retiro (Projeto Retiro: Licença Prévia Ibama nº 546/2017, que autoriza o início de um projeto para mineração de titânio e pretende explorar cerca de 600 mil toneladas de minerais em uma área de aproximadamente 30 quilômetros de extensão por 1,6 quilômetros de largura), que pretende extrair minerais pesados da faixa de areia localizada entre o Oceano Atlântico e a Lagoa dos Patos, no município de São José do

Norte, no litoral sul gaúcho. Os minérios são usados na produção de pigmentos de tintas. A Rio Grande Mineração Sociedade Anônima. (RGMSA) conseguiu a licença prévia do Ibama, mas ainda aguarda as licenças de instalação e de operação.

Os demais projetos ainda buscam a licença prévia junto à FEPAM, órgão de licenciamento estadual. No município de Charqueadas o objetivo é a instalação da Mina Guaíba, um projeto da COPELMI Mineração Limitada com investimento chinês e norteamericano que pretende extrair carvão mineral, areia e cascalho de uma área junto ao Rio Jacuí.

Às margens do Rio Camaquã, em Caçapava do Sul, a empresa NEXA RESOURCES multinacional do Grupo Votorantim, tentam autorização para extrair zinco, chumbo e cobre de uma mina a céu aberto com vida útil de 20 anos e investimento inicial de R\$ 371 milhões. Já em Lavras do Sul o alvo é o fosfato, matéria prima para fertilizantes. O projeto – que prevê investimentos de mais de US\$ 100 milhões ao longo de 50 anos de exploração – inclui uma barragem de rejeitos."

2.3.5 TIPOS DE AREIAS

Areia

Definições. Areia, geologicamente, é um sedimento clástico inconsolidado, de grãos em geral quartzosos de diâmetros entre 0,06mm e 2,0mm. Considerada como material de construção civil, areia é o agregado miúdo.

Os diâmetros com limites adotados para classificar um agregado como areia variam conforme o ponto de vista em que se encara a questão. A areia, como material de construção, precisa ter grãos formados de material consistente, não necessariamente quartzosos.

Um granulado de grãos friáveis, mesmo que satisfaça a graduação 0,15/4,8mm, não pode normalmente, substituir a areia; ele será apenas um material enquadrado na fração areia. Um ensaio de esmagamento situa o material em função da friabilidade do material dos grãos.

Origens. As areias, como material de construção, provêm:

1) De rio. São deósitos sedimentares que se formam nos leitos de alguns rios. A extração se faz por dragas de sucção, que bombeiam a água, contendo cerca de 5%-10% de areia, para lagoas de decantação, de onde o material é retirado e, em alguns casos classificado, para retirar elementos de diâmetros superior a 4,8mm, que possam existir.

Estas instalações para extração de areia de rio são chamadas portos de areia.

- 2) De cava. São depósitos aluvionares em fundos de vales cobertos por capa de solo. São, às vezes, muito profundos. A areia é extraída ou por escavação mecânica ou por desmonte hidráulico, que é o mais comum. Segue-se o mesmo tratamento dado às areias de rios.
- 3) Britagem. É a areia de brita, obtida no processo de classificação a seco nas pedreiras geralmente contém certa porcentagem de material impalpável (abaixo de 0,075mm) que são retirados pelo processo úmido nos separadores de areia.

Esta operação determina a qualidade do produto; contudo, a técnica de preparo de concreto - que é de longe a maior consumidora de areia e brita – permite usar a areia vinda do processo seco, material presente nesse que o do processo úmido (este, dito areia "lavada").

4) De escória. A escória de alto-forno, granulada, é a que é resfriada bruscamente ao contato com a água, fragmentando-se em grãos em geral inferiores a 12,7mm. Após a classificação obtem-se a areia de escória.

A composição química da escória difere muito da maioria ainda conforme a composição da carga do alto-forno (BAUER, 2008).

A ABNT NBR 7211/2005 fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultante da britagem de rochas.

Dessa forma, define agregado miúdo como areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujo os grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 μ m, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248/2003, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1/2010.

Além dessa clasificação granulométrica dos solos, podemos classificar o tipo de variação Litológica, muito utilizada para caracterizar uma rocha ou um agrupamento de rochas definindo sua fácies litológico em comparação com outras rochas ou agrupamentos litológicos em questão, destacando seus aspectos composicional, genético, mineralógico ou químico, sua morfologia, estrutura ou textura características na referência de meios para pesquisas geológicas, resumidamente destacar, classificar, as rochas conforme suas propriedades químicas e físicas para definição de seu litótipo.

Litótipo - Caracterizando as classes geológicas para definir seus litótipos e ambientes de sedimentação, utilizamos um histórico definido no Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, organizado em uma Coluna Estratigráfica, setorizada por ÉON, ERA, PERÍODO e ÉPOCA, e os litótipos por SIGLAS, (exemplos das siglas: **Q4a, P3T1p, T1sc, NP3ydfc...**) dentro dessas colunas. Aqui nesse estudo das amostras adquiridas podem abranger

litótipos dentre as faixas ÉON Proterozóico com 542.10^6 - 2300.10^6 anos e o ÉON Fanerozóico com 0.10^6 - 542.10^6 .

Material natural de propriedades adequadas de dimensão nominal máxima menor a 2mm e de dimensão mínima igual ou superior a 0,075mm segundo NBR 7225/1993.

Areias são grãos, essencialmente de quartzo, resultantes da desagregação ou decomposição das rochas em que entra a sílica.

A separação do quartzo das rochas pelos agentes de erosão se faz por causa de sua maior resistência, tanto ao desgaste de ordem física, quanto à decomposição química.

Esses grãos de quartzo, uma vez desintegrados da rocha primitiva, são transportados pelos diversos agentes erosivos externos, indo formar as praias, as dunas e outras infinidades de depósitos de areias (GUERRA, 1978).

A norma NBR 7225/1993 - Materiais de pedra britada ou de origem natural.

- areia grossa < 2mm > 1,2mm;
- areia média < 1,2mm > 0,42mm;
- areia fina < 0.42 mm > 0.075 mm.

Já a norma NBR 7211/2005 - Agregado para concreto, onde considera partículas que passam pela abertura de peneira 4,75mm e ficam retidas na abertura de peneira de 150µm.

Outro ponto em que a NBR 7225/1993 diz que areias são provenientes de britagem ou origem natural e a NBR 7211/2005 diz que areia é um material puramente natural, havendo assim uma abertura para consideração do tipo de material denominado como areia entre as duas normas.

Para construção civil a areia deve atender diferentes critérios específicos:

- composição mineralógica adequada;
- forma de grãos;
- distribuição granulométrica adequada;

Para cada tipo de utilização e finalidade na construção civil deve-se escolher um tipo de areia, variando sua granulometria, uniformidade, continuidade e pureza do material.

2.3.5.1 AREIA FINA

Areia fina possui grãos de 0,42mm à 0,075mm segundo NBR 7225/199. Segundo Bauer (2008), areia é classificada como fina quando os agregados estão na faixa 0,15mm à 0,6mm. A areia fina, por exemplo, é uma areia para construção, muito utilizada em acabamentos, assentamento de pisos, pinturas e também empregada na fabricação de concretos

e argamassas, é a mais apropriada para rebocos em geral. O ideal é que a areia fina seja lavada e/ou peneirada, para não conter quantidades prejudiciais de argila e de substâncias orgânicas ou outras impurezas.

2.3.5.2 AREIA MÉDIA

Areia média possui grãos de 1,2mm à 0,42mm segundo NBR 7225/199, muito usada como componente na fabricação de concreto. Segundo Bauer (2008), areia é classificada como média quando os agregados estão na faixa 0,6mm a 2,4mm. Muito utilizada para fabricação de concreto e argamassas para assentamento dos blocos e tijolos para vedação.

2.3.5.3 AREIA GROSSA

Areia média possui grãos de 2,0mm à 1,2mm segundo NBR 7225/199, muito usada como componente na fabricação de concreto. Segundo Bauer (2008), areia é classificada como grossa quando os agregados estão na faixa 2,4mm a 4,8mm. Na maioria das vezes utilizase para fabricação do concreto e argamassa para chapisco.

2.3.6 UTILIZAÇÃO DA AREIA

SEGMENTO	PARTICIPAÇÃO em %
Concreteira	20
Construtora	15
Pré-fabricados	10
Revendedor	10
Usina de Asfalto	5
Argamassas	3
Outros	5

Tabela 4 - Áreas de utilização da areia. (ANEPAC, 2012)

2.4 PROPRIEDADES DA AREIA

É necessário conhecer as propriedades químicas e físicas dos agregados e das misturas ligantes para obter informações que determinem uma vida útil maior dos elementos construtivos

aos quais esses se incorporão. Muitos são os exemplos de elementos construtivos que tiveram sua falência decorrida da má seleção e/ou uso inadequados desses agregados, levando a acelerada deterioração do concreto composto por cimento Portland quando sujeitos a rígidas condições de utilização compostas pelas variações de temperatura, cargas e momentos adversos.

Com isso enfatiza a importância em ter uma classificação minuciosa desses agregados para manter garantida a performance e durabilidade esperadas em projeto dos elementos construtivos ao qual serão usados, englobando estruturas, pavimentos e outros fins destinados aos agregados com características mais definidas e conhecidas através de pesquisas.

Na produção desses agregados deve-se colocar mais controle de qualidade observando algumas propriedades que permitam atender ao uso destinado em projeto, como executabilidade na construção, manutenabilidade no pós construção e atender ao conforto esperado na sua utilização final. Se enquadrar nos moldes atuais de transporte/estocagem, conformidade entre ligantes e outros agregados, aplicação da massa, compactação e/ou cura da massa.

2.4.1 MASSA ESPECÍFICA

Dentro da física existe a hidrostática, é a parte que estuda as propriedades dos fluídos, seja líquido ou gás. Ressaltando que um fluído é uma sustância que tem a capacidade de escoar, sem forma própria podendo asumir a forma de qualquer recipiente no qual está sendo contido. Supõe-se um objeto maciço incerido em um recipiente onde temos certa quantidade de um substância homogênea, trata-se de uma substância homogênea pelo fato de considerar-mos que todos seus pontos dessa substância apresente a mesma propriedade, se juntar essasubstância veremos que ela possui massa e volume.

Assim definimos a massa específica dessa substância através da razão entre a massa (m) de uma porção compacta e homogênia dessa substância e o volume (V) ocupado por ela e matematicamente expresso a massa específica da seguinte maneira: $\mu = \frac{m}{v}$, onde m é a massa da porção de substância e V é o volume ocupado por ela. No Sistema Internacional de Unidades a unidade de massa específica é kg/m³.

Lembrando que a massa específica de uma substância (µ) não é necessariamente igual à densidade de um ocorpo formado totalmente dessa substância, pois elas são diferentes quando

o corpo não é maciço: se o copor possuir em seu interior vazios, ele ocupa um volume bem maior do que ocuparia se fosse composto.

É importante ter a clareza de que a massa específica é definida para uma substância e que a densidade é definida par um corpo. Para determinar a massa específica utilizamos a relação entre a massa do produto e o volume que ele ocupar em um fluído perfeito, fluído esse usualmente a água a uma temperatura de 4º C. Pois tendo o conhecimento dessa massa a utilizamos para cálculos da quantidade dos produtos utilizados em misturas. Divididos em 3 disdintas classes de produtos sendo eles leves, médios e pesados.

Leves	Massa Específica < 1000 kg/m³
Médios	$1000 \le M.E. \le 2000 \text{ kg/m}^3$
Pesados	$M.E. > 2000 \text{ kg/m}^3$

Tabela 5 - M.E. - Massa Específica dos agregados

2.4.2 ABSORÇÃO E UMIDADE SUPERFICIAL

A NBR NM 30/2000, p. 1-3 explica:

Absorção é o processo pelo qual um líquido é conduzido e tende a ocupar os poros permeáveis de um corpo sólido poroso. Para os efeitos desta Norma, é também o incremento de massa de um corpo sólido poroso devido à penetração de um líquido (água) em seus poros permeáveis, em relação a sua massa em estado seco.

Agregados saturados superfície seca: São os agregados cujas partículas absorveram o máximo de água apresentando ainda a superfície seca.

Amostragem: a amostra deve ser coletada segundo o procedimento estabelecido na NBR NM 26/2001.

Aparelhagem:

Balança com capacidade mínima de 1 kg e precisão de 0,1 g;

Molde tronco-cônico, metálico com (40 ± 3) mm de diâmetro superior, (90 ± 3) mm de diâmetro inferior e (75 ± 3) mm de altura e com espessura mínima de 1 mm;

Haste de compactação deve ser metálica, com (340 ± 15) g de massa e tendo superfície de compactação circular de (25 ± 3) mm de diâmetro;

Estufa capaz de manter a temperatura no intervalo de $(105 \pm 5)^{\circ}$ C;

Bandeja metálica para secar a amostra; Espátula de aço;

Circulador de ar quente regulável;

Dessecador.

Procedimento: A amostra do agregado para ensaio deve ter aproximadamente 1 kg, tendo sido obtida por quarteamento prévio, colocar a amostra em um recipiente e secar a uma temperatura de $(105 \pm 5)^{\circ}$ C, até que a diferença massa (m) seja menor do que 0,1 g, em duas determinações consecutivas.

A etapa de secagem é dispensável quando a dosagem do concreto for realizada com base em agregados no estado úmido, cobrir a amostra com água e deixar descansar por 24 h, retirar a amostra da água e estender sobre uma superfície plana, submetendo-a à ação de uma suave corrente de ar quente, revolvendo a amostra com freqüência para assegurar uma secagem uniforme, prosseguir a secagem até que os grãos de agregado miúdo não fiquem aderidos entre si de forma marcante, colocar o agregado miúdo em um molde, sem comprimi-lo, aplicar suavemente em sua superfície 25 golpes com a haste de compactação e levantar verticalmente o molde, se houver umidade superficial, o agregado se conservará com a forma do molde.

Continuar a secagem, revolvendo a amostra constantemente e realizar ensaios a intervalos frequentes, até que o cone de agregado miúdo desmorone ao ser retirado o molde.

Neste momento o agregado terá chegado à condição de saturado superfície seca.

Determinar a massa com aproximação de 0,1 g (ms).

O método descrito anteriormente tem por fim assegurar que no primeiro ensaio o agregado tenha alguma umidade superficial.

Se o cone desmoronar na primeira tentativa, a secagem já terá sido efetuada além do ponto de saturado superfície seca do agregado.

Nesse caso, devem ser adicionados alguns mililitros de água à amostra, que deve ser intimamente misturada e permanecer em repouso durante 30 min, em um recipiente tampado, após o que deve ser reiniciado o processo de secagem e ensaio.

Cálculos

Calcular a absorção e água mediante a seguinte fórmula: $A = \frac{m_s - m}{m} X$ 100

Onde:

A- é a absorção de água, em porcentagem;

 m_s - é a massa ao ar da amostra na condição saturada e de superfície seca, em gramas;

m- é a massa da amostra seca em estufa, em gramas.

Concordância de resultados e relatório, os resultados dos ensaios realizados com a mesma amostra não devem diferir em mais de 0,05% para a porcentagem da absorção.

Deve ser tomada como valor definitivo a média dos valores correspondentes obtidos, registrado com aproximação de 0,1%.

2.4.3 TEXTURA

Para a compreensão do comportamento e manejo do solo é de fundamental importância conhecer sua textura, pois frequentemente é a primeira propriedade a ser determinada durante sua classificação. Podem ser adotadas várias conclusões importantes a partir da determinação dessa textura, assim utilizando um triângulo de classificação textural, cujo esse divide-se em 13 classes determinísticas ilustrado na figura 3.

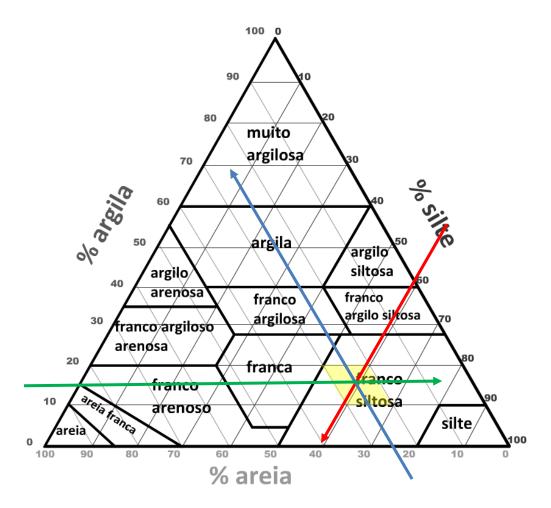
Nesse triângulo adota-se as porcentagens de silte, argila e areia adquiridas em análise do solo por pipeta de decantação por gravidade, aonde na linha de inclinação percentual que vai de 0% no topo do triângulo passando pela face lateral direita até a base do triângulo chegando à 100% de silte, desce uma reta em direção paralela as linhas de grade do interior do triângulo saindo dessa face no ponto do valor do percentual de silte calculado e achado no ensaio de solo, para dentro do triângulo, do mesmo modo sobe uma linha paralela as linhas de grade do interior do triângulo saindo desse linha da base do triângulo no ponto do valor do percentual de areia calculado e achado no ensaio de solo, para o centro do triângulo pois nessa linha é onde se encontram o eixo x com as porcentagens de areia indo de 0% da direita para a esquerda até atingir os 100% de areia.

Assim finalizando esse cruzamento de retas com outra reta saindo horizontalmente do eixo inclinado do lado esquerdo do triângulo onde se encontra a porcentagem de argila indo de 0% da base do triângulo até 100% de argila no topo do triângulo, iniciando no ponto do valor do percentual de argila calculado e achado no ensaio de solo, indo para o centro do triângulo textural até o encontro das duas primeiras linhas de silte e areia confrontando pontualmente entre si, com isso determinando a região de domínio do tipo de solo no triângulo textural.

As características geométricas dos agregados no geral são o que definem a sua forma, de comportamento predominante não plástico e não coesivo à fração areia composta por minerais e/ou partículas de rochas diversas conforme sua origem tendo diferentes diâmetros (Ø), em nosso caso de estudo trabalhou-se dentro da faixa de domínio para agregados miúdos sendo de 2,0mm a 0,05mm.

Quanto ao grau da compacidade que é o estado de maior ou menor concentração de grãos ou partículas de um solo não coesivo em um dado volume, pode ser avaliada pelo grau de dificuldade de penetração de um instrumento de sondagem e/ou dificuldade de escavação.

Recordando que os grãos da areia da praia são mais esféricos e lisos, e comparando com os da areia dos rios vemos que esses são mais subarredondados e/ou subangulares, e os de areias originadas das jazidas por sua vez naturalmente ásperas sendo entre subangulares e/ou angulares diferenciando das originadas fluvialmente.



Nome	Limites							
Areia Grossa	2 - 0.6 mm							
Areia Média	0.6 - 0.2 mm							
Areia Fina	0.2 - 0.05 mm							
Silte	0,05 – 0,002 mm							
Argila	Menor que 0,002 mm							
Classes texturais do solo e valores dos limites entre as frações granulamétricas.								
A unidade g kg^{-1} (% x 10) também tem sido utilizada no Brasil.								

Figura 3 - Triângulo Textural

2.4.4 MORFOLOGIA

Seguindo os estudos de análise da distruição granulométrica para se determinar os tamanhos das partículas e textura superficial junto com parâmetros de forma de um solo, o

campo da área de estudo é diverso como a geologia, o estudo físico do solo e a engenharia civil. Nesse campo prático de aplicação, entra o estudo da capacidade que o solo tem em reter água, sua drenagem, risco de erosão, assim identificar o desgaste que esse solo sofreu pelo transporte e sua origem.

Os aspectos geométricos dos grãos do solo influênciam nas análises, que muito é restringida apenas por estudar sua composição granulométrica realizada pelo peneiramento, porem não se obtem desse ensaio parâmetros de rugosidade e forma.

Resultados apresentados por ensaio granulométrico realizado por peneiramento não consideram que atravessam pela abertura da malha da peneira partículas de dimensões maiores que a restrição dessa malha.

O processo de avaliação morfológica dos grãos de areia, no geral faz-se uma comparação visual grão a grão, por uma carta-padrão de esfericidade de Rittenhouse (1943) figura 4, verificando seu grau de arredondamento e sua textura superficial, uma técnica demorada e subjetiva a experiênsia do seu realizador.

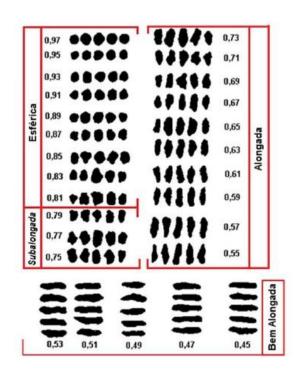


Figura 4 - Carta-padrão de Esfericidade segundo Rittenhouse (1943)

Sobre Dimensões: Na relação entre Largura (l), Comprimento (l) e espessura (e) classifica-se os agregados como cúbicos, lamelares, alongados e discóides, pois as dimensões dessas relações irão definir sua forma.

47

Conformação da Superfície: O contínuo desgaste das superfícies formam partículas que

tendem a serem arredondadas por perda de seus vértices e arestas, no exemplo das areias e

seixos rolados oriundos dos leitos dos cursos d'água, e também vindos de depósitos eólicos das

zonas marítimas, tem naturalmente suas formas arredondadas. Agregados das rochas britadas

geram vértices e arestas mais definidas e as denominamos de angulasas.

Forma das Faces:

• Conchoidal: tem uma ou mais faces côncavas;

• Desforme: apresenta trechos convexos.

A compacidade sofre efeitos importantes devido a forma dos grãos, muda a

trabalhabilidade e o ângulo de atrito interno. A forma influência muito, e é mais acentuada nos

agregados miúdos.

2.4.5 SUBSTÂNCIAS DELETÉRIAS

São constituintes minoritários presentes tanto em agregados graúdos ou miúdos, porém

com a capacidade prejudicial na trabalhabilidade, na pega, no enrijecimento e nas características

da durabilidade do concreto ao qual se compõe. (Mehta e Monteiro, 2014)

Matérias orgânicas geralmente da decomposição de matéria vegetal podem ser

encontradas nos agregados aflorando em forma de húmus e/ou argila orgânica, essas impurezas

orgânicas criam reações químicas que podem intervir nas reações químicas da hidratação.

Todas as partículas minerais de diâmetros inferiores a 0,075 mm compõe esse material

pulverulento, incluso aqueles solúveis na água, juntos com o agregado. Pode haver presença de

argila no agregado em películas superficiais, interferindo no ligamento entre a pasta cimento e

o agregado.

Semelhantes a argila formando esse tipo de películas, existem dois materiais finos

provindos do silte e do pó de pedreiras, gerando assim uma necessidade em controlar esses

teores de argila, silte e pó fino nos agregados para assim manter a durabilidade e resistência do

concreto ao qual esses elementos o comporão.

Segundo Enio Ribeiro Júnior (2015, < https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n10-2015/?setarParametros=true&pagingPage=10&>), "Os agregados podem apresentar partículas reativas, chamadas de reações álcali-sílica e álcali carbonato. A primeira, os álcalis do cimento atacam certos tipos de sílicas reativas que podem estar presentes nos agregados, formando um gel que pode destruir a aderência entre o agregado e a pasta de cimento. As reações álcalis-carbonato ocorrem entre alguns calcários dolomíticos e os álcalis do cimento".

2.4.6 COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

A expressão equivalente na forma de porcentagem (%) que compõe a granulometria, segundo a NBR7211/2005, a máxima dimensão característica do agregado é a associação da grandeza à distribuição granulométrica do agregado, correspondente a abertura da malha quadrada, em milímetros, da peneira listada na tabela 6 da norma, aqui representada pela tabela 6 a seguir à qual corresponde uma porcentagem acumulada retida, igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. A dimensão máxima do agregado é designada pela dimensão da abertura da peneira, na qual ficam retidos 15% ou menos das partículas do agregado.

Tabela 1 — Conjunto de peneiras das séries normal e intermediária (abertura nominal)

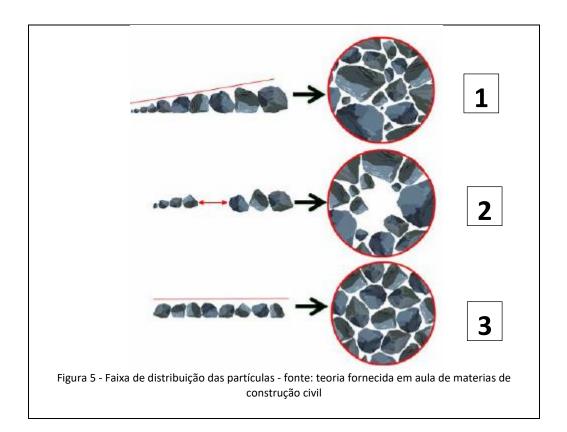
Série normal	Série intermediária							
Serie normai	Serie intermediaria							
75 mm	_							
_	63 mm							
_	50 mm							
37,5 mm	_							
_	31,5 mm							
_	25 mm							
19 mm	_							
_	12,5 mm							
9,5 mm	_							
_	6,3 mm							
4,75 mm	_							
2,36 mm	-							
1,18 mm	_							
600 µm	_							
300 μm	-							
150 μm	-							

Tabela 6 - fonte: ABNT NBR 7211/2005

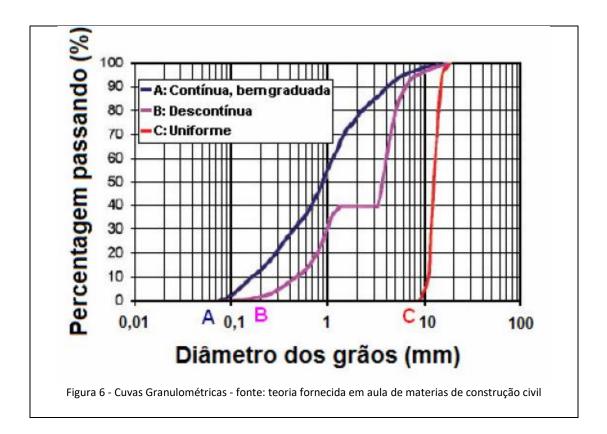
NBR 7211 - Critérios Normativos

- Granulometria: Técnica que obejetiva medir e classificar o formato do grão do agregado, é executada com uma seguência de peneiras normatizadas pela NBR NM 3310-1/2010, tendo aberturas na malhas quadradas conforme recomendações dessa norma. O procedimento de ensaio de agregado pelo peneiramento consiste em determinar as porcentagens que ficam retidas nas diferentes peneiras. Essa técnica é fundamental para escolha do agregado nas dosagens do concreto. Para descrever o agregado se faz necessário definir qual parcela constitui os diâmetros expresados em razão da massa total. Isto se obtem dividindo por peneiramento a massa total nas faixas dos diferentes tamanhos de grãos e expressando a massa em cada faixa retida por porcentagem da massa total.
- Os agregados podem ser determinados conforme à continuidade da curva de ditribuição granulométrica:
 - 1. Contínuo = S suave e alongado na horizontal
 - 2. Descontínuo = Patamar horizontal
 - 3. Uniforme = S alongado na vertical

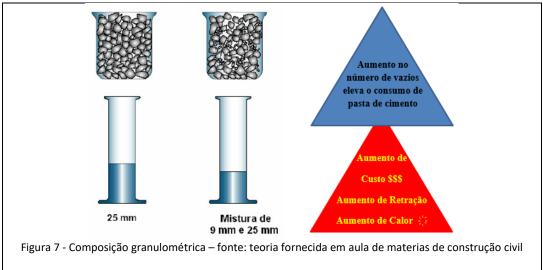
Vemos isso na faixa de distribuição das partículas na figura 5.



- Curvas granulométricas: As cuvas granulométricas devem ser reconhecidas tanto para agregados miúdos quanto os agregados graúdos pois sua importância é de fundamental no estabelecer a dosagem dos concretos e argamassas, influenciando diretamente na quantidade de água que será utilizada no concreto causa relacionada diretamente na resistência dele, alterando sua trabalhabilidade e tornando fator responsável na aquisição de um concreto mais econômico aqui representada na figura 6.
- **A** Distribuição granulométrica contínuo apresenta uma curva sem mudança de curvatura.
- **B** Distribuição granulométrica descontínuo apresenta uma curva com ausência de uma ou mais frações.
- ${f C}$ Distribuição granulométrica uniforme apresenta uma curva mais para uma reta.



A composição granulométrica resulta diversos fatores na escolha do agregado para dosagem do concreto como vemos na figura 7.



 (Mf) Módulo de Finura é a soma das porcentagens acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal dividida por 100, quanto maior o valor calculado do módulo de finura maior será esse agregado.
 Os módulos de finuras para areia variam pelos seguintes limites:

Muito Fina –
$$(Mf) < 1,71$$

Fina – $1,72 < (Mf) < 2,11$

Média –
$$2,12 < (Mf) < 2,71$$

Grossa – $2,72 < (Mf)$

• Zona Ótima de (Mf)



 (Dm) Dimensão Máxima é grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura de malha quadrada, em mm, à qual corresponde uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa.

3 METODOLOGIA

No trabalho atual foram analisadas 8 (oito) tipos de amostras de agragados miúdos (areia) e descrito suas características morfológicas, variações distintas devido aos locais de extração, qualificando sua distribuição granulométrica, cores e formas analizadas por fotos em microscópio, peso específico com a utilização de parâmetros para os resultados assim obtidos nessa análise.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa tem como carasterística fundamental uma análise descritiva das amostras de areias de distintas lavras de extração. Vislumbrando destacar as características assim observadas em laboratório mostrando os pontos que serão descritos aqui. Para realização desse trabalho seguiu-se as diretrizes da ABNT NBR 7211-2005 com suas referências normativas.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

3.2.1 MATERIAL UTILIZADO NA PESQUISA

Areias das lavras, sendo 8 (oito) amostras de areias das distintas regiões do Estado do Rio Grande do Sul conforme pontos destacados no Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul na figura 8, as amostras foram coletadas em dois areais que distribuem na cidade de Santa Cruz do Sul, o primeiro é o Areial Santa Cruz do Sul quem forneceu as 3 (três) amostras de uma faixa entre o Município de Rio Pardo e divisa do Município de Vale Verde referênciado na figura 9 que são as amostras do Rio Jacuí, e 1 (uma) amostra do Município de Rosário do Sul referênciado na figura 11 que é a amostra de cava do Rio Cacequi. O segundo foi o Areial Spiegel que forneceu e 2 (duas) amostras de uma faixa entre o Município de Encruzilhada do Sul e o Município de Cangucú que são as amostras do Rio Camaquã referênciado na figura 12, e 2 (duas) amostras nos domínios do Município de Rio Pardo referênciado na figura 10 que são as amostras de cava do Rio Pardo, na sequência as amostras forão armazenadas até sua utilização no laboratório.

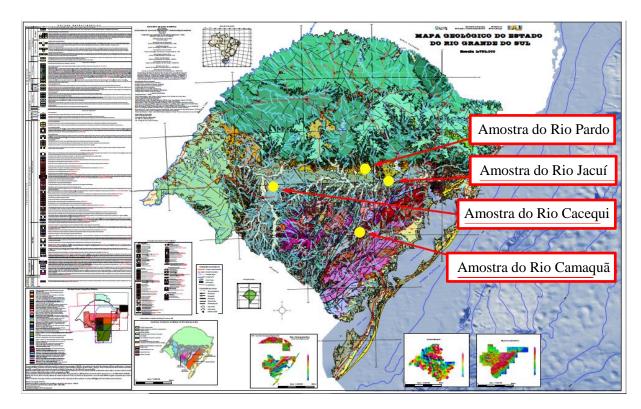


Figura 8 - Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul - fonte GIS - (Sistema Geodésico Internacional)

• O rio Jacuí é um rio que banha o estado do Rio Grande do Sul, no Brasil. Possui cerca de 800 quilômetros de comprimento e sua vazão média na foz é da ordem de 1 900 metros cúbicos por segundo, que localiza-se na mesorregião Noroeste Rio-Grandense, sua nascente fica localizada a menos de 500 metros da nascente do rio Passo Fundo, no limite entre os municípios de Passo Fundo e Mato Castelhano, e a menos de 900 metros das dos rios do Peixe e Guaporé. No município de Triunfo, recebe o rio Taquari, encorpando ainda mais o volume de suas águas. O rio Jacuí é navegável desde o Lago Guaíba até a cidade de Cachoeira do Sul (capital brasileira do arroz) na altura da Ponte do Fandango. Aqui as amostras fornecidas pelo Areal Santa Cruz do qual informaram que foram extraídas de uma faixa do rio Jacuí que inicia no Município de Rio Pardo e vai até o Município de Vale Verde como destacado na figura 9.

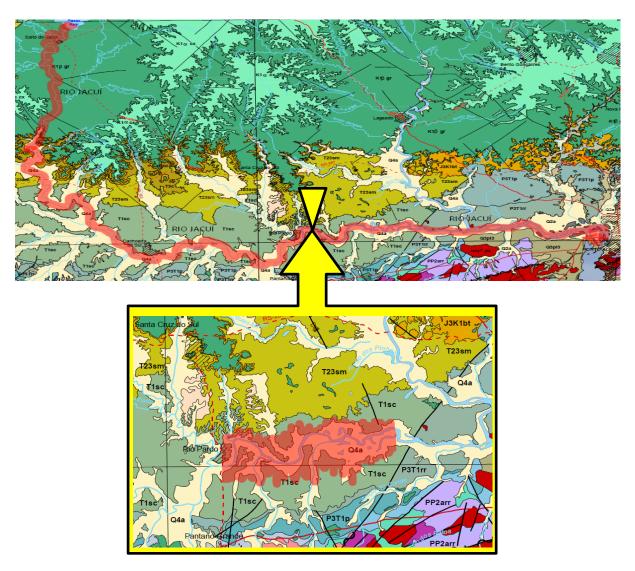


Figura 9 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Jacuí, imagem da área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul – fonte GIS - (Sistema Geodésico Internacional)

• O rio Pardo é um curso de água do interior do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. É afluente da margem esquerda (norte) do rio Jacuí e desagua junto à cidade de Rio Pardo. Tem cerca de 250km de extensão. Aqui as amostras fornecidas pelo Areal Spiegel do qual informaram que foram extraídas de uma faixa do rio Pardo dentro do Município de Rio Pardo como destacado na figura 7.

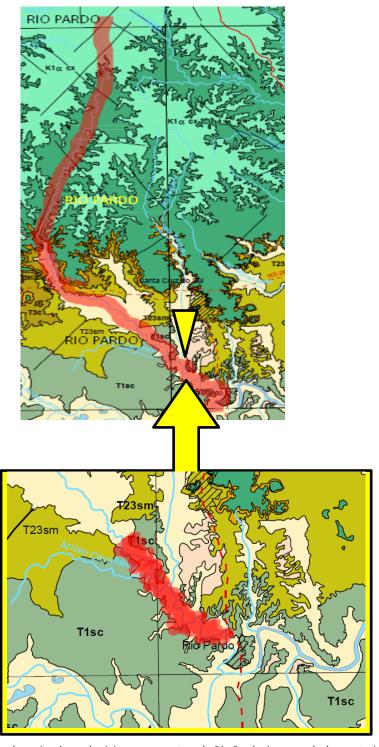


Figura 10 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Pardo, imagem da área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul – fonte GIS - (Sistema Geodésico Internacional)

O rio Cacequi é um curso de água do interior do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
É afluente da margem direita (leste) do rio Santa Maria. Tem cerca de 50km de extensão.
Aqui as amostras fornecidas pelo Areal Santa Cruz do qual informaram que foram extraídas de uma faixa do rio Cacequi na divisa do Município de Rosário do Sul como destacado na figura 11.

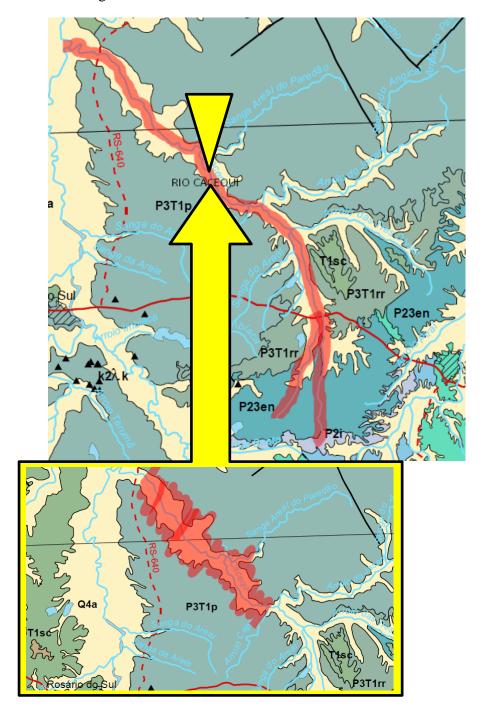


Figura 11 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Cacequi, imagem da área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul – fonte GIS - (Sistema Geodésico Internacional)

 O rio Camaquã, tido por muitos historiadores como Camacuã, é um rio brasileiro do estado do Rio Grande do Sul. Possui cerca de 430 quilômetros de extensão e tem sua vazão junto a Lagoa dos Patos que, por sua vez, deságua no Oceano Atlântico. Aqui as amostras fornecidas pelo Areal Spiegel do qual informaram que foram extraídas de uma faixa do rio Camaquã que inicia na divisa do Município de Encruzilhada e vai até o Município de Canguçú como destacado na figura 9.

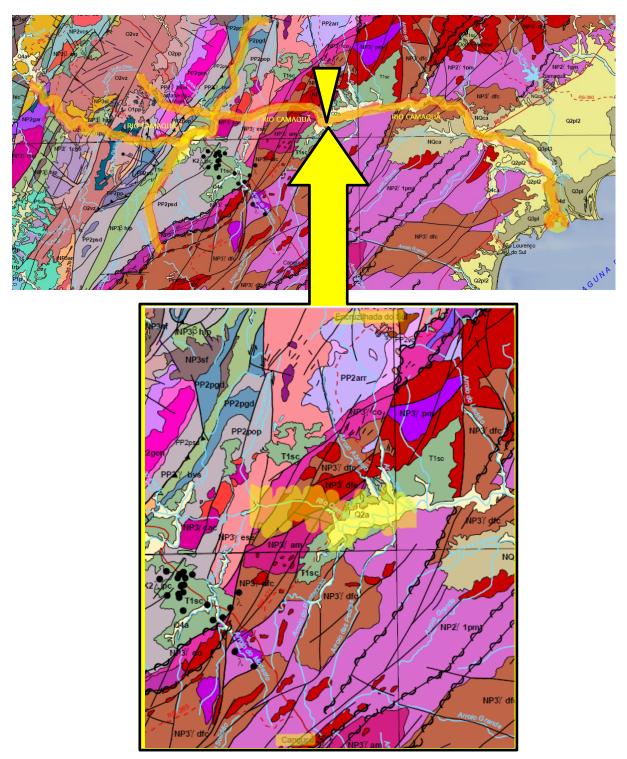


Figura 12 - Região de coleta de areias da qual originou as amostras do Rio Camaquã, imagem da área extraida do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul – fonte GIS - (Sistema Geodésico Internacional)

3.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL AREIA

Foram coletadas as amostras junto aos areiais da cidade de Santa Cruz do Sul, seguindo a norma NBR NM 27/2000:

- 5kg de areia grossa, 5kg de areia média, 5kg de areia fina da lavra do Rio Jacuí;



Fotos 3 - Amostras do rio Jacuí fornecidas pelo Areal Santa Cruz

- 5kg de areia grossa, 5kg de areia média da lavra de cava do Rio Pardo;



Fotos 4 - Amostras do rio Pardo fornecidas pelo Areal Santa Cruz

- 5kg de areia grossa, 5kg de areia média da lavra do Rio Camaquã;



Fotos 5 - Amostras do rio Camaquã fornecidas pelo Areal Spiegel

- 5kg de areia fina da lavra de cava do Rio Cacequi.



Fotos 6 - Amostras do rio Cacequi fornecidas pelo Areal Spiegel

Na sequência a essa etapa foram classificadas para serem secas em estufa a temperatura (105°C-110°C) mostrada na foto 7 pelo tempo de 24h até que se alcansou a estabilidade de massa seca para realizar os ensaios de composição granulométrica e ensaio da determinação da massa específica dessas amostras.

Com a corrente de ar que aquecido por uma fonte de energia, esse ar circula pelas bandejas fazendo a tranferência de calor entre um fluído e um sólido (produto a ser seco) por meio da convecção, o centro do material sólido a ser seco através da sua superfície pelo gradiente de temperatura do ar provocam então a troca de calor entre essas duas regiões pela condução térmica, garantindo assim um material mais solto par realizar as classificações granulométricas e ensaios par o calculo da massa específica desse sólido.



Fotos 7 - Estufa - fonte autor

Nesse trabalho realizou-se os ensaios de obtenção de massa especifica, das amostras coletadas das areias utilizando os procedimentos da NBR 9776/1987.

Na sequencia realizou-se ensaios de composição granulométrica das amostras coletadas utilizando os procedimentos da NBR NM 248/2003 e NBR NM ISO 3310-1/2010.

Ensaios de imagem com microscópio óptico, onde se analizou as amostras por caracterização de forma, cor e uniformidade.

Após os ensaios realizou-se os cálculos para obtenção da massa específica, realizou-se estudos das imagens e assim formar as concluções que aqui se apresentam.

3.3 CRONOGRAMA

Cronograma																																
Agosto																																
Atividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		12			15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Coleta de Amostras					α				Ω																							
Coleta de Amostras												α				Ω																
Classificação das Amostras e Secagem																		α				Ω										
Classificação das Amostras e Secagem																										α				Ω		
									5	Se	te	en	ıb	ro																		
Atividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Ensaios para Cálculos de Obtenção das Massas	α				Ω																											
Ensaios para Cálculos de Obtenção das Massas								α				Ω																				
Ensaios para Cálculos de Obtenção das Massas														α				Ω														
Ensaios para Cálculos de Obtenção das Massas																					α					Ω	2					
Ensaios Granulométricos																													α			
										O	111	tu	hi	ຠ																		
Atividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Ensaios com Microscópio	Ω																															
Ensaios com Microscópio				α				Ω																								
Ensaios Granulométricos											α				Ω																	
Definições dos Resultados																		α				Ω										
Definições dos Resultados																										α				Ω		

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados das análises de granulometria, cálculos de pesso específicos, obtidos por meio de cálculo segundo a NBR 9776/1987 e NBR NM 248/2003, assim como os resultados obtidos experimentalmente em análise visual fotográfica por microscópio.

4.1 CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA

Foi realizada a caracterização da massa específica seguindo a NBR 9776/1987 que nessa regulamenta os ensaios de obtenção de massa específica para agregados miúdos utilizando o frasco de Chapman. Atualmente também utilizamos a NBR NM 52/2009 normatizada pelo consenso com o Mercosul, onde também orienta caracterização de massa específica, cuja a base de refência para essa norma é a NBR 9776/1987, foi realizado os ensaios por essa norma, porem obtido os mesmos resultado do qual foram declinados do relatório.

Esse ensaio constitui na pesagem de 500g de cada uma das amostras, e ir adicionando esse material aos poucos no frasco de Chapman, esse contendo 200 ml de água na temperatura ambiente, gira-se o frasco cuidadosamente dando balanços para que as bolhas de ar se desprendam do material e ele se assente totalmente no fundo do frasco.

Após isso deixando ele em repouso por alguns minutos até que todo o material de partículas fina presente no agregado miúdo se decante para o fundo e ai realizar a leitura na escala impressa no frasco para se obter os valores que foram utilidados para calcular a massa específica do agregado miúdo, verificando o volume deslocado do líquido, aqui representados nas fotos 8 à 37, numeradas e relatados os resultados.

Foram realizados os cálculos das massas específicas seguindo a NBR 9776/1987 nas 8 (oito) amostras e obtido os resultados na tabela 7.

Amostra	Tipo de Areia	Leitura do frasco de Chapman (L)	γ Massa Específica do Agregado Miúdo (g/cm³)						
Α	0 - Areia Fina de Cava do Rio Cacequi	389,5	2,638522427						
В	0 - Areia Fina de Cava do Rio Cacequi	389	2,645502646						
Α	1 - Areia Grossa do Rio Jacuí	390	2,631578947						
В	1 - Areia Grossa do Rio Jacuí	391	2,617801047						
Α	2 - Areia Média do Rio Jacuí	391	2,617801047						
В	2 - Areia Média do Rio Jacuí	391,5	2,610966057						
Α	3 - Areia Fina do Rio Jacuí	391	2,617801047						

В	3 - Areia Fina do Rio Jacuí	390	2,631578947
А	1 - Areia Grossa do Rio Camaquã	394	2,577319588
В	1 - Areia Grossa do Rio Camaquã	394,5	2,570694087
А	2 - Areia Média do Rio Camaquã	393	2,590673575
В	2 - Areia Média do Rio Camaquã	392,5	2,597402597
Α	1 - Areia Média de Cava do Rio Pardo	393	2,590673575
В	1 - Areia Média de Cava do Rio Pardo	393	2,590673575
Α	2 - Areia Grossa de Cava do Rio Pardo	392	2,604166667
В	2 - Areia Grossa de Cava do Rio Pardo	392	2,604166667

Tabela 7 - cálculo da massa específica – fonte autor

Comparadas entre elas, destaca-se a maior massa específica para a amostra de areia fina de cava do rio Cacequi com ~ 2,65 g/cm³ em média dentre as duas amostras desse local, e a com valor aproximado obtido da massa específica para amostra de areia fina do rio Jacuí com ~ 2,63 g/cm³ em média dentre as duas amostras desse local, ve-se a diferença dos tipos das amostras em coloração destacado na foto 8 da amostra de areia fina de cava do rio Cacequi, e na foto 18 amostra A e foto 20 amostra B de areia fina do rio Jacuí, ambas no momento da pesagem de material para teste no frasco de Chapman e ambas com uma maior concentração de grãos finos destacados pelo presente teste de granalometria no item 4.2.

A amostra onde obtivemos menor valor de massa específica dentre as aqui testadas foi a de areia grossa do rio Camaquã com massa específica em média entre as duas amostras do local coleta com ~2,57 g/m³.

Na região de onde se extrairam as amostras do rio Cacequi e do rio Jacuí, mesmo sendo áreas distintas e distantes umas das outras, encontra-se um litótipo semelhante nos dois rios, sendo ele o Q4a que se destaca com maior quantidade em área de arrasto sedimentar no ponto de coleta do rio Jacuí, o mesmo litótipo Q4a está presente na área de arrasto sedimentar de outo rio, entretando com menor presença mas também presente no ponto de coleta que é a amostra do rio Pardo.

Vemos que a predominante área de arrasto de materiais sedimentares na faixa do rio Cacequi é composta por outro litótipo, o P3T1p.

E no ponto de coleta do rio Jacuí tem-se a maior concentração de área de arrasto sedimentar composta do litótipo T1sc, então mesmo com materiais tão adversos ainda assim os pessos específicos dentre a areia do rio Cacequi e a areia do rio Camaquã são próximas em massa específica e se assemelham.

E a menor massa dentre todos as amostras é a da areia grossa do rio Camaquã, nesse local da região do ponto de coleta das amostras encontra-se uma variedade maior de litótipos, dentre eles destacamos aqui os litótipos Q4a, NP3γdfc, T1sc, NP3γdfe e NP3γam, formando os cruzamentos de áreas de arrasto sedimentares com essas variações que ocasionam essas misturas de litótipos na composição dessas areias.

Destacamos a seguir as caracteríticas de alguns dos Litótipos aos quais essas áreas de arrastos sedimentares em que possivelmente são compostas dessas misturas ou isolamento de algum deles aqui determinados, pois o foco foi para as áreas de arrastos sedimentares das quais afetam diretamente os pontos de coletas das amostras e não para o total de litótipos que compoem cada uma das bacias hidrográficas de cada um dos rios, que tornariam o estudo em questão altamente extenso, então descrevemos a seguir esses litótipos ocorrentes nesses pontos das coletas:

- **Q4a** Depósitos Aluviais- areia grossa a fina, cascalho e sedimento sílticoargiloso, em calhas de rio e planícies de inundação;
- **P3T1p** Formação Pirambóia arenito médio a fino, geometria lenticular bem desenvolvida, ambiente continental, eólico com intercalações fluviais;
- T1sc Formação Sanga do Cabral em corpos tabulares ou lenticulares alongados, brecha e conglomerado intraformacional, siltito e raro argilito, ambiente continental, fluvial entrelaçado, contendo fragmentos de vertebrados fósseis (anfíbios e répteis), dentre os quais Procolophon Princei, correlacionável à Zona de Lystrossauros da África do Sul;
- **NP3ydfc** Suíte Granítica Dom Feliciano Fácies Cerro Grande monzogranito variando entre porfinítico grosso a granulare homogêneo, englobando encraves granodioríticos a tonalíticos, 572+- Ma Rb-Sr;
- **NP3ydfe** Suíte Granítica Dom Feliciano Fácies Serra do Erval sienogranito constituido stocks grosseiramendfee alinhados a NE-SW 550+-Ma Rd-Sr;
- **NP3yam** Granito Arroio Moinho sienogranito porfirítico grosso, localmente monzograníto, com foliação milonítica dominante nas bordas, 591+- Ma U-Pd.

Analisando as características que se destacaram durante os ensaios, observa-se as diferenças dessas amostras, sendo elas na coloração da própria amostra seca, nela após misturada à água as reações que geraram turbidez dessa água, coloração dessa água, a separação dos materiais deletéries que ficaram boiando próximo a superfíssie do nível da água no gargalo do frasco, os materiais que decantaram junto com a areia para o fundo, os materiais que se mantiveram na superfíssie dessa areia submersa e quais ficaram entre essa areia e o nível dessa água.

• Amostra de areia fina de cava do rio Cacequi.

Na pesagem da amostra de areia fina de cava do rio Cacequi foto 8, observa-se sua coloração clara e limpa de presença de matérias deletérias, visualmente e no tocar sente-se uma homogêneidade do material em si, isso observado no momento da pesagem, na seguência foi adcionado no frasco de Chapman foto 9, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez clara e homogênea, ausência de partículas deletéries vissiveis ao olho nú, como pedaços de madeira, folhas, etc. Isso é o que foi observado na amostra 1 foto 9 e também na amostra 2 foto 10, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 8 - pesagem das amostras das areias finas de cava do rio Cacequi – fonte autor



Fotos 9 - amostra 1 da areia fina de cava do rio Cacequi no frasco de Chapman – fonte autor



Fotos 10 - amostra 2 da areia fina de cava do rio Cacequi no frasco de Chapman – fonte autor

• Amostra de areia grossa do rio Jacuí.

Na pesagem da amostra A de areia grossa do rio Jacuí foto 11, observa-se sua coloração escura média, com grãos de variados tamanhos e cores e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma heterogêneidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 13 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 12, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez clara e homogênea, afloramento de partículas deletéries vissiveis ao olho nú, como pedaços de madeira, dos quais permaneceram na superfície da água no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A, foto 12, e também na amostra B, foto 14, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 11 - pesagem da amostra A de areia grossa do rio Jacuí – fonte autor



Fotos 12 - amostra A de areia grossa do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor



Fotos 13 - pesagem da amostra B de areia grossa do rio Jacuí – fonte autor



Fotos 14 - amostra B de areia grossa do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor

Amostra de areia média do rio Jacuí.

Na pesagem da amostra A de areia média do rio Jacuí foto 15, observa-se sua coloração bege com alguns fragmentos brancos, com grãos de variados tamanhos e cores e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma heterogêneidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 16 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 17, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez clara e homogênea, afloramento de partículas deletéries menores vissiveis ao olho nú, como pedaços de madeira, dos quais permaneceram na superfície da água no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A e também na amostra B foto 17, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 15 - Pesagem da Amostra A de areia média do rio Jacuí - fonte autor



Fotos 16 - Pesagem da Amostra B de areia média do rio Jacuí - fonte autor



Fotos 17 - amostra B de areia média do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor

Amostra de areia fina do rio Jacuí.

Na pesagem da amostra A de areia fina do rio Jacuí foto 18, observa-se sua coloração bege para amarelo com mistura maior de fragmentos brancos, com grãos de tamanhos mais homogênios e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma homogeneidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 20 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 19, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez mais clara amarelada e homogênea, afloramento de partículas deletéries bem menores vissiveis ao olho nú, como pedaços de madeira, dos quais permaneceram na superfície da água no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A foto 19 e também na amostra B foto 21, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 18 – Pesagem da Amostra A de areia fina do rio Jacuí – fonte autor



Fotos 19 - amostra A de areia fina do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor



Fotos 20 - Pesagem da Amostra B de areia fina do rio Jacuí – fonte autor



Fotos 21 - Amostra B de areia fina do rio Jacuí no frasco de Chapman – fonte autor

• Amostra de areia grossa de cava do rio Pardo.

Na pesagem da amostra A de areia grossa de cava do rio Pardo foto 22, observa-se sua coloração marrom para escuro, com grãos de tamanhos maiores e heterogênios e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma desformidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 24 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 23, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez mais espessa amarelada e homogênea tipo "café com leite", afloramento de partículas deletéries bem menores vissiveis ao olho nú, como pedaços menores de madeira, dos quais permaneceram na superfície da água onde se formou uma espuma quase branca de uma faixa de aproximadamente 1cm no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A foto 23 e também na amostra B foto 25, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 22 - Pesagem da Amostra A de areia grossa do rio Pardo – fonte autor



Fotos 23 - Amostra A de areia grossa do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor



Fotos 24 - Pesagem da Amostra B de areia grossa do rio Pardo – fonte autor



Fotos 25 - Amostra B de areia grossa do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor

• Amostra de areia média de cava do rio Pardo.

Na pesagem da amostra A de areia média de cava do rio Pardo foto 26, observa-se sua coloração marrom para claro, com grãos de tamanhos menores e homogênios e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma uniformidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 28 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 27, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez mais clara bege e homogênea, afloramento de partículas deletéries bem menores vissiveis ao olho nú, como pedaços menores de madeira, dos quais permaneceram na superfície da água onde se formou uma espuma quase branca de uma faixa de aproximadamente 3 cm no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A, foto 27 e também na amostra B, foto 29, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 26 - Pesagem da Amostra A de areia média de cava do rio Pardo — fonte autor



Fotos 27 - Amostra A de areia média de cava do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor



Fotos 28 - Pesagem da Amostra B de areia média de cava do rio Pardo — fonte autor



Fotos 29 - Amostra B de areia média de cava do rio Pardo no frasco de Chapman – fonte autor

Amostra de areia média do rio Camaquã.

Na pesagem da amostra A de areia média do rio Camaquã foto 30, observa-se sua coloração marrom para claro e várias partícula brancas na mistura, com grãos de tamanhos menores e homogênios e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma uniformidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si uma textura suave, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 32 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 31, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez mais clara bege e homogênea puxando para clarear, sem o afloramento de partículas deletéries vissiveis ao olho nú, como pedaços de madeira, folhas, etc., já na superfície da água formou uma espuma quase branca de uma faixa de aproximadamente 0,5cm no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A foto 31 e também na amostra B foto 33, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 30 - Pesagem da Amostra A de areia média do rio Camaquã — fonte autor



Fotos 32 - Pesagem da Amostra B de areia média do rio Camaquã – fonte autor



Fotos 31 - Amostra A de areia média do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor



Fotos 33 - Amostra B de areia média do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor

Amostra de areia grossa do rio Camaquã.

Na pesagem da amostra A de areia média do rio Camaquã foto 34, observa-se sua coloração marrom para claro e várias partículas brancas na mistura, partículas marron escuro tendo assim um gama diverso na composição dessa amostra, com grãos de variados menores maiores, heterogênios e não é tão visivel a presença de matérias deletérias, e no tocar sente-se uma desformidade nos tamanhos dos grãos do materaial em si uma textura grosseira, isso observado no momento da pesagem, a mesma característica ocorreu para a amostra B foto 36 na pesagem, assim na seguência essa amostra A foi adcionada no frasco de Chapman foto 35, para realizar a mistura com a água e realizar o processo de obtenção dos dados para o calculo da massa específica, girando e dando leves gopes nesse frasco para que ocorre-se a decantação do material e retirada das bolhas de ar ocasionadas no momento da mistura com a água.

Após esse processo esperou um tempo para o acentamento do material e nisso vemos a água com uma turbidez mais clara branca e homogênea puxando para ficar cristalina, o afloramento com grande número de partículas deletéries vissiveis ao olho nú, como pedaços de madeira, folhas, etc., acumuladas na superfície da água onde formou uma espuma branca de uma faixa extremamente fina após os materias deletéries no gargalo do frasco. Isso é o que foi observado na amostra A foto 35 e também na amostra B foto 37, e essas características observadas se repetiram para as duas.



Fotos 34 - Pesagem da Amostra A de areia grossa do rio Camaquã — fonte autor



Fotos 36 - Pesagem da Amostra B de areia grossa do rio Camaquã – fonte autor



Fotos 35 - Amostra A de areia grossa do rio Camaquã no



Fotos 37 - Amostra B de areia grossa do rio Camaquã no frasco de Chapman – fonte autor

Nesses ensaios para se obter a massa específica dessas amostras de areias, vemos claramente a influencia dos materiais de arrasto de sedimentação desses rios, onde afetou na coloração das areias, tamanhos dos grãos, tipos diferentes de grãos, texturas variadas.

E o claro destaque para as amostras do rio Cacequi onde na sua mistura com a água a turvidez quase indestinguivel entre o inicio de acúmulos dos materias asentados no frasco de Chapman e a lamina de água no gargalo do frasco, e outra amostra com outro extremo de análises visuais é a amostra de areia grossa do rio Camaquã em que vemos a sedimentação das partículas mesmo com materiais deletéries presentes ocorre essa separação alforando para a lâmina da água e acontecendo um forte clareamento dessa água.

Uma (Cacequi) enturva a água ao ponto de quase não se perceber a separação de água e sedimentos e a outra (Camaquã) cuja mesmo carregando matérias orgânicas após o descanso acontece a separação nítida dos materiais sedimentares, orgânicos e da água.

4.2 ENSAIO GRANULOMÉTRICO

Para realizar a classificação granulométrica foram pesados 500g de areia de cada uma das amostras e passado na série de peneiras sobrepostas como mostra a foto 38, feito o agitamento dessas peneiras manualmente como é permitido na norma de ensaio granulométrico NBR NM 248/2003, após isso retira-se seguêncialmente cada peneira e em um recipiente vítrio vare-se com a escova de nylon a peneira em questão para depositar o material acumulado nela no recipiente de pesagem na balança foto 39, e vai pesando assim cada massa acumulada e retida em cada uma das peneiras e anotando os dado e calculando sua massa.

O referido estudo de ensaio granulométrico foi elaborado nas 8 (oito) amostras fornecidas, aqui na foto 40, expressa-se o que é porcentagem retida de material em cada uma das peneiras e nesse exemplo mostra em uma das amostras mostro a baixo a de areia grossa do rio Camaquã, que a concentração na peneira 600 µm foi de 224,4 g do material destacando para sua divercidade de minérios contidos e também uma concentração de materiais deletéries como pedaços de madeira e folhas, esse é um exemplo de acumulação de massas para o que ocorreu nas demais amostras analizadas por esse método.

E a soma desses acumulos do material retirado e pesado da peneira analizada mais o material da peneira anterior de numeração acima espressa o que é porcentagem acumulada.



Fotos 38 - Balança - fonte autor



Fotos 39 - Peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1/2010 - fonte autor



Analisando assim as amostras aqui estudadas pelo procedimento de ensaio de agregados por peneiramento, determinou-se as porcentagens que ficaram retidas nas diferentes peneiras, e obtivemos seus respectivos módulos de finura, observa-se que:

Gráfico 2 – Areia Fina de Cava do Rio Cacequi em sua curva do material analisado está abaixo da zona utilizável inferior, pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 1,09 inferior ao padrão de areia fina que é de 1,71, caracterizando essa areia como Muito Fina e Uniforme, como destaca a queda abrupta da linha azul.

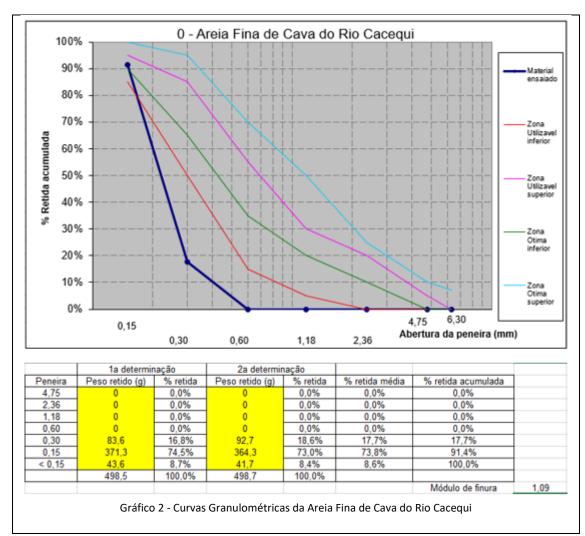


Gráfico 3 – Areia Grossa do Rio Jacuí em sua curva do material analisado está dentro da zona utilizável superior, pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 3,06 caracterizando essa areia como Grossa e Contínua bem graduada, como destaca a suavidade da linha azul.

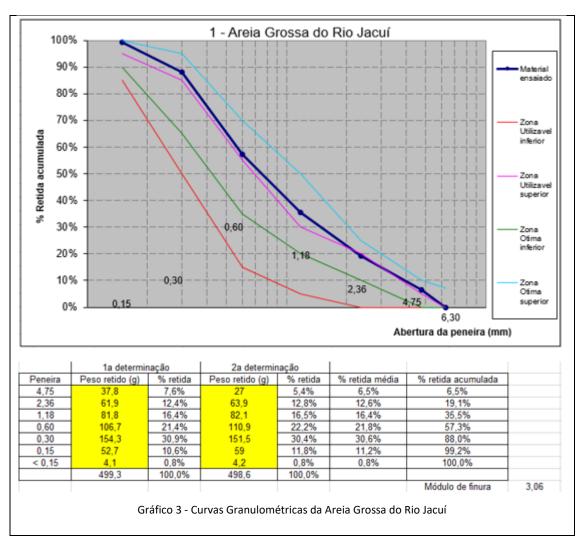


Gráfico 4 – Areia Média do Rio Jacuí em sua curva do material analisado está entre a zona utilizável superior até a abertura da peneira 300µm apartir dai sofrendo uma queda nessa linha até a abertura da peneira de 600µm se aproximando da zona utilizável inferior, após isso segue delineando essa zona pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 2,10 caracterizando essa areia como Fina e Contínua bem graduada, como destaca a suavidade da linha azul.

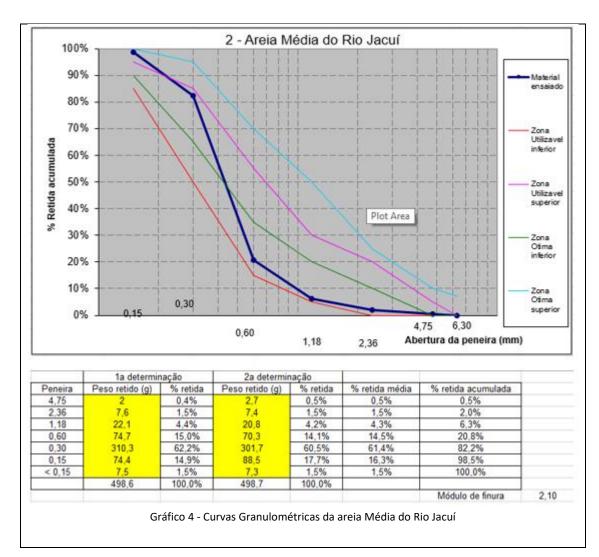


Gráfico 5 – Areia Fina do Rio Jacuí em sua curva do material analisado, esta inicia na zona utilizável superior mas já cai forando uma linha reta até a abertura da peneira 600μm cruzando a linha da zona utilizavel inferior logo após a abertura da peneira 300 μm apartir da abertura da peneira 600μm a linha segue muito abaixo da zona utilizável inferior pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 1,54 caracterizando essa areia como Muito Fina e Uniforme, como destaca a suavidade da linha azul.

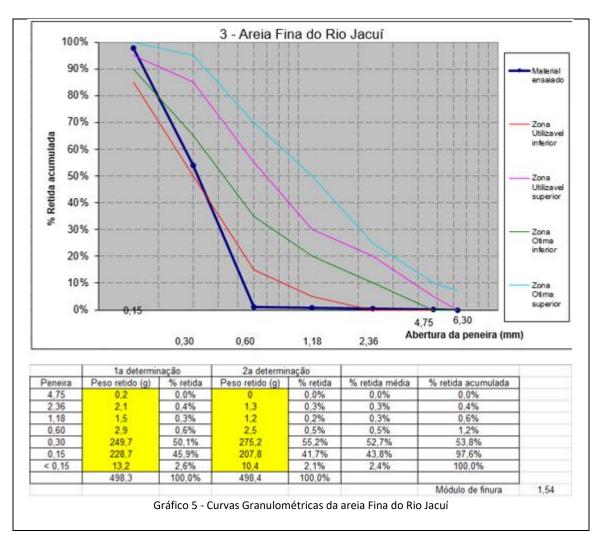


Gráfico 6 – Areia Grossa do Rio Camaquã em sua curva do material analisado, esta inicia na zona utilizável ótima superior seguindo essa zona até a abertura da peneira 300 μm, apartir da abertura da peneira 600 μm a linha segue abaixo da zona ótima superior cruzando pela zona utilizavel e seguindo na zona ótima inferior pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 2,88 caracterizando essa areia como Grossa e Contínua bem graduada, como destaca a delinearidade da linha azul.

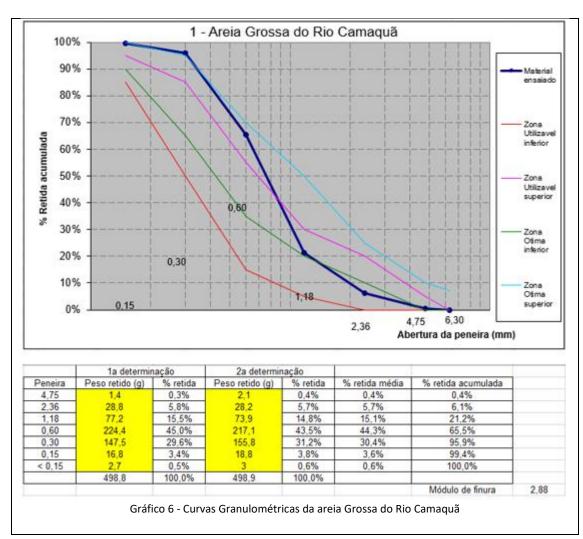


Gráfico 7 – Areia Média do Rio Camaquã em sua curva do material analisado, esta inicia na proximidade da zona utilizável ótima superior seguindo essa zona até a abertura da peneira 300μm onde começa a descer para cruzar a linha da zona utilizavel superior entre a abertura da peneira 300μm e 600 μm e á apartir da abertura da peneira 600μm a linha segue para baixo cruzando a linha da zona ótima superior assim seguindo na zona utilizavél inferior pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 2,51 caracterizando essa areia como Média e Contínua bem graduada, como destaca a delinearidade da linha azul.

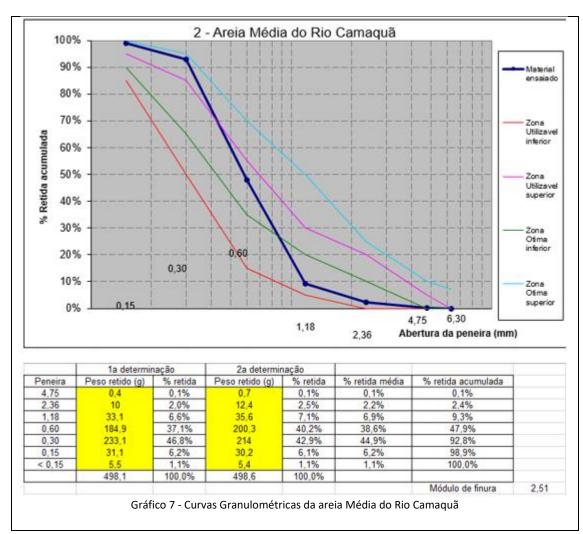


Gráfico 8 – Areia Média de Cava do Rio Pardo em sua curva do material analisado, esta inicia na zona utilizável superior seguindo em queda e se aproximando da zona ótima inferior até a abertura da peneira 300μm onde começa a descer para cruzar a linha da zona ótima inferior se aproximando da zona utilizável inferior na abertura da peneira 600μm e á apartir da abertura da peneira 600μm a linha segue delineando e sobre a linha da zona utilizável inferior pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 1,91 caracterizando essa areia como Fina e Contínua bem graduada, como destaca a delinearidade da linha azul.

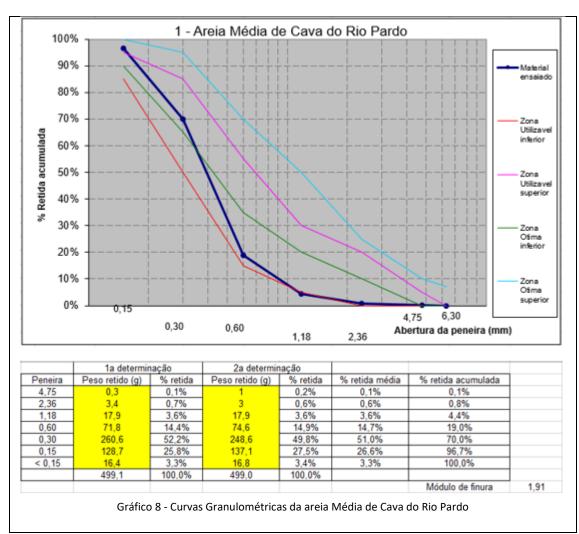
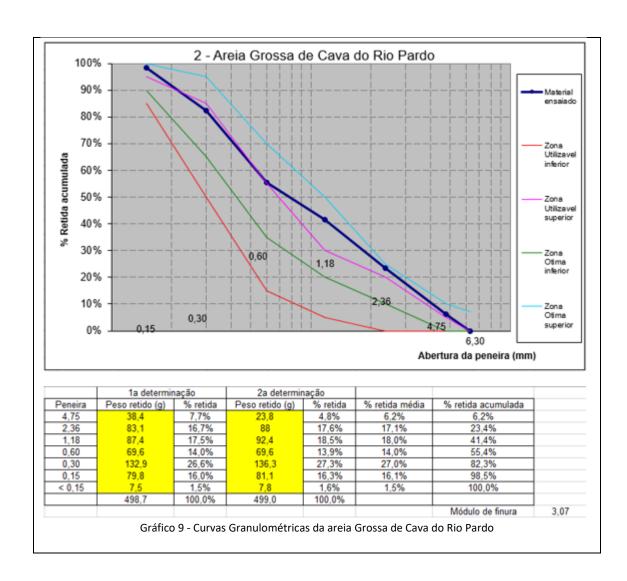


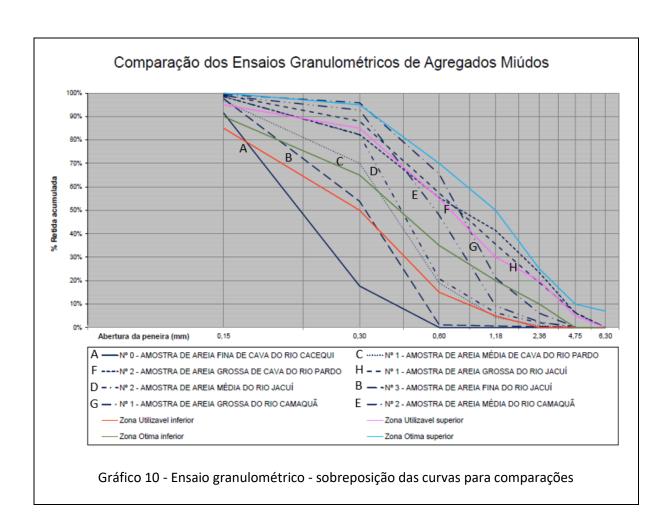
Gráfico 9 – Areia Grossa de Cava do Rio Pardo em sua curva do material analisado, esta inicia na zona utilizável superior seguindo esta zona até a abertura da peneira 600μm onde sobe e se mantem entre essa zona utilizável superior e a zona ótima superior quando a linha fasseia com a zona ótima superior na abertura da peneira 2,seguindo assim até o final pois seu indice de Módulo de Finura (Mf) é de 3,07 caracterizando essa areia como Grossa e Contínua bem graduada, como destaca a delinearidade da linha azul.



Sobrepondo as curvas dos ensaios granulométricos em um único gráfico, podemos visualizar no gráfico 10 o comportamento desses materiais com relação aos limites das faixas de Zona Utilizável Inferior e Zona Ótima Superior.

Para a maioria dos materiais assim ensaiados o gráfico mostra que se mantiveram dentro das faixas de limites máxima e mínima, com exeção para a amostra de areia fina de cava do rio Cacequi, a qual ultrapassou considerávelmente o limite de utilização inferior em quase sua totalidade.

E outro material ensaiado que também se destacou passando do limite utilizavél inferior foi a amostra de areia fina do rio Jacuí com aproximadamente 50% de seu total.



Comparação das planilhas de ensaio granulométrico

Nº 0 - AMOSTRA DE AREIA FINA DE CAVA DO RIO CACEQUI

	1a determinação		2a determinação			
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	0	0,0%	0	0,0%	0,0%	0,0%
2,36	0	0,0%	0	0,0%	0,0%	0,0%
1,18	0	0,0%	0	0,0%	0,0%	0,0%
0,60	0	0,0%	0	0,0%	0,0%	0,0%
0,30	83,6	16,8%	92,7	18,6%	17,7%	17,7%
0,15	371,3	74,5%	364,3	73,0%	73,8%	91,4%
<0,15	43,6	8,7%	41,7	8,4%	8,6%	100,0%
	498,5	100,0%	498,7	100,0%		
				Módulo	de finura	1,09

		№ 1 - AMOSTRA I	DE AREIA MÉDIA D	DE CAVA DO RIO	PARDO	
	1a deter	minação	2a deter	minação		
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	0,3	0,1%	1	0,2%	0,1%	0,1%
2,36	3,4	0,7%	3	0,6%	0,6%	0,8%
1,18	17,9	3,6%	17,9	3,6%	3,6%	4,4%
0,60	71,8	14,4%	74,6	14,9%	14,7%	19,0%
0,30	260,6	52,2%	248,6	49,8%	51,0%	70,0%
0,15	128,7	25,8%	137,1	27,5%	26,6%	96,7%
<0,15	16,4	3,3%	16,8	3,4%	3,3%	100,0%
	499,1	100,0%	499,0	100,0%		
				Módulo	de finura	1,91

	N	º 2 - AMOSTRA D	E AREIA GROSSA I	DE CAVA DO RIO	PARDO	
	1a deter	minação	2a deter	minação		
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	38,4	7,7%	23,8	4,8%	6,2%	6,2%
2,36	83,1	16,7%	88	17,6%	17,1%	23,4%
1,18	87,4	17,5%	92,4	18,5%	18,0%	41,4%
0,60	69,6	14,0%	69,6	13,9%	14,0%	55,4%
0,30	132,9	26,6%	136,3	27,3%	27,0%	82,3%
0,15	79,8	16,0%	81,1	16,3%	16,1%	98,5%
<0,15	7,5	1,5%	7,8	1,6%	1,5%	100,0%
	498,7	100,0%	499,0	100,0%		
				Módulo	de finura	3,07

		Nº 1 - AMOS	TRA DE AREIA GRO	OSSA DO RIO JAC	υí	
	1a deter	minação	2a deter	minação		
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	37,8	7,6%	27	5,4%	6,5%	6,5%
2,36	61,9	12,4%	63,9	12,8%	12,6%	19,1%
1,18	81,8	16,4%	82,1	16,5%	16,4%	35,5%
0,60	106,7	21,4%	110,9	22,2%	21,8%	57,3%
0,30	154,3	30,9%	151,5	30,4%	30,6%	88,0%
0,15	52,7	10,6%	59	11,8%	11,2%	99,2%
<0,15	4,1	0,8%	4,2	0,8%	0,8%	100,0%
	499,3	100,0%	498,6	100,0%		
				Módulo	de finura	3,06

		Nº 2 - AMOS	TRA DE AREIA MÉ	DIA DO RIO JAC	υί	
	1a deter	minação	2a deter	erminação		_
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	2	0,4%	2,7	0,5%	0,5%	0,5%
2,36	7,6	1,5%	7,4	1,5%	1,5%	2,0%
1,18	22,1	4,4%	20,8	4,2%	4,3%	6,3%
0,60	74,7	15,0%	70,3	14,1%	14,5%	20,8%
0,30	310,3	62,2%	301,7	60,5%	61,4%	82,2%
0,15	74,4	14,9%	88,5	17,7%	16,3%	98,5%
<0,15	7,5	1,5%	7,3	1,5%	1,5%	100,0%
	498,6	100,0%	498,7	100,0%		
				Módulo	de finura	2,10

		Nº 3 - AM0	STRA DE AREIA FI	NA DO RIO JACU	lÍ	
	1a deter	minação	2a deter	minação		
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	0,2	0,0%	0	0,0%	0,0%	0,0%
2,36	2,1	0,4%	1,3	0,3%	0,3%	0,4%
1,18	1,5	0,3%	1,2	0,2%	0,3%	0,6%
0,60	2,9	0,6%	2,5	0,5%	0,5%	1,2%
0,30	249,7	50,1%	275,2	55,2%	52,7%	53,8%
0,15	228,7	45,9%	207,8	41,7%	43,8%	97,6%
<0,15	13,2	2,6%	10,4	2,1%	2,4%	100,0%
	498,3	100,0%	498,4	100,0%		
				Módulo	de finura	1,54

		Nº 1 - AMOSTR	A DE AREIA GROSS	A DO RIO CAM	AQUÃ	
	1a deter	minação	2a determinação			
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	1,4	0,3%	2,1	0,4%	0,4%	0,4%
2,36	28,8	5,8%	28,2	5,7%	5,7%	6,1%
1,18	77,2	15,5%	73,9	14,8%	15,1%	21,2%
0,60	224,4	45,0%	217,1	43,5%	44,3%	65,5%
0,30	147,5	29,6%	155,8	31,2%	30,4%	95,9%
0,15	16,8	3,4%	18,8	3,8%	3,6%	99,4%
<0,15	2,7	0,5%	3	0,6%	0,6%	100,0%
	498,8	100,0%	498,9	100,0%		
				Módul	o de finura	2,88

		Nº 2 - AMOSTR	A DE AREIA MÉDIA	A DO RIO CAMA	QUÃ	
	1a deter	minação	2a deter	minação		
Peneira	Peso retido (g)	% retida	Peso retido (g)	% retida	% retida média	% retida acumulada
4,75	0,4	0,1%	0,7	0,1%	0,1%	0,1%
2,36	10	2,0%	12,4	2,5%	2,2%	2,4%
1,18	33,1	6,6%	35,6	7,1%	6,9%	9,3%
0,60	184,9	37,1%	200,3	40,2%	38,6%	47,9%
0,30	233,1	46,8%	214	42,9%	44,9%	92,8%
0,15	31,1	6,2%	30,2	6,1%	6,2%	98,9%
<0,15	5,5	1,1%	5,4	1,1%	1,1%	100,0%
	498,1	100,0%	498,6	100,0%		
				Módulo	de finura	2,51

5 ANALISE FOTOGRÁFICA POR MICROSCÓPIO DOS AGREGADOS MIÚDOS

Foram separadas 8 (oito) amostras coletadas para se realizar a granulometria e obter peso específico desses materiais, e dessas foram fracionados em pequenos pacotes porções de material como mostra a foto 41 para análise em microscópio Mitutoyo TM com ampliação de 30X foto 42, essa determinada porção de grãos escolhida de forma estatísticamente representativa com objetivo de aleatoriedade no obter as imagens dos grãos estudados, esses foram lançados em laminas de vidro, e essas colocadas sobre a base de leitura da lente do microscópio e fotografadas pela câmera de um celular Samsung S9 Plus através da lente do microscópio e catalogadas.

Para obter os parâmetros requeridos na verificação da forma dos grãos executou-se essas etapas:

- 1. Colocado a areia na lâmina de amostras e espalhadas com palito;
- 2. Posicionado a lâmina abaixo do foco da lente do microscópio;
- 3. Ajustada a luz de fundo dessa lâmina para garantir a nitidez das imagens;
- 4. Ajuste do foco do microscópio e posicionamento da câmera do aparelho celular do óculo do microscópio;
- 5. Tirada a foto e catalogada.



Fotos 41 - Amostras das Areias – fonte autor



Fotos 42 - Microscópio Mitotoyo TM - fonte autor

Na seguência vemos as imagens captadas através do microscópio e feita uma análise visual em cada uma delas e descritas.

 Foto 43 de um grão de areia grossa do Rio Jacuí, onde nessa amostra predomina o quartzo opaco e observamos sua coloração rosea, e arestas médias, sendo oriumdo de um local onde ocorre o arrasto de sedimentos de solo que tem na sua composição o Litótipo Q4a predomiante, nota-se um polimento em sua superfície como também ranhuras e marcas de fraturas;



• Foto 44 de um grão de areia fina de cava do Rio Cacequi, onde nessa amostra destacase sua translusidez de domínio do quartzo, coletado de uma região onde se predomina o Litótipo P3T1p e de forma esférica conchoidal;

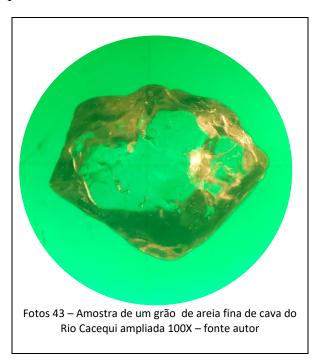
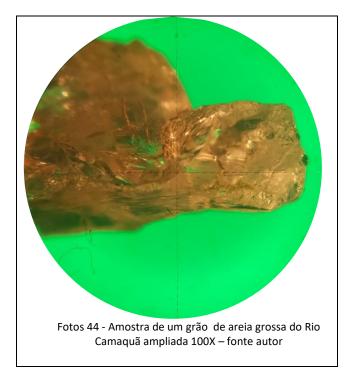


 Foto 45 de um grão de areia grossa do Rio Camaquã, onde nessa amostra destaca-se sua irregularidade de domínio do quartzo com filamentos não identificado em seu corpo, coletado de uma região onde se predomina o Litótipo NP3vdfe e de forma subalongada irregular;



• Foto 46 de um grão de areia grossa de cava do Rio Pardo, onde nessa amostra destacase sua coloração negra de material não identificado contendo filamento não classificado preso a ele, e tons amarelos em seu corpo, ccoletado de uma região onde se predomina o Litótipo K1βgr e de forma subalongada;

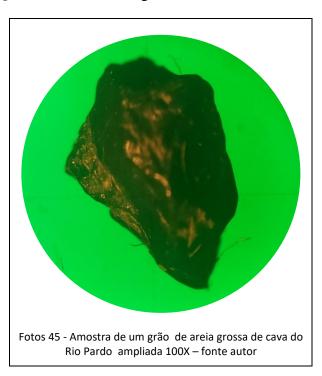


 Foto 47 dos grãos de areia grossa de cava do Rio Pardo, onde nesssa amostra destacase sua coloração escura de materiais não identificados contendo filamentos não classificados presos em alguns dos grãos, aqui referênciando uma medida feita pelo micróscópio, captada de uma região onde se predomina o Litótipo K1βgr e de formas subalongadas e alongadas;

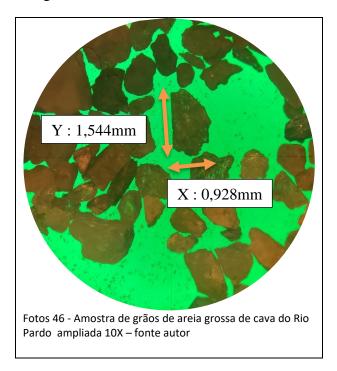


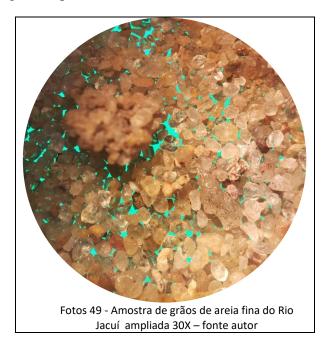
 Foto 48 dos grãos de areia grossa do Rio Jacuí, onde nesssa amostra destaca-se sua coloração variada entre amarelo, branco e marrom de materiais não identificados, captada de uma região onde se predomina o Litótipo T1sc e Q4a e de formas subalongadas e esféricas;



 Foto 49 dos grãos de areia média do Rio Jacuí, onde nesssa amostra destaca-se sua coloração mais clara no geral e variada entre amarelo, branco e marrom de materiais não identificados, captada de uma região onde se predomina o Litótipo T1sc e Q4a e de formas subalongadas e esféricas;



 Foto 50 dos grãos de areia fina do Rio Jacuí, onde nesssa amostra destaca-se sua coloração mais clara no geral e variada entre amarelo, branco e marrom de materiais não identificados, captada de uma região onde se predomina o Litótipo T1sc e Q4a e de formas subalongadas e predominância de formas esféricas;



• Foto 51 dos grãos de areia fina de cava do Rio Cacequi, onde nesssa amostra destacase sua coloração bem clara no geral e variada com pouco amarelo, branco e alguns poucos pontos marrom de materiais não identificados, captada de uma região onde se predomina o Litótipo P3T1p e Q4a e de formas predominântemente esféricas;

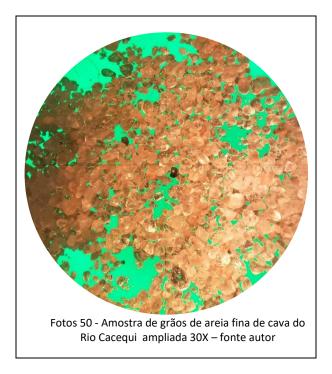


 Foto 52 dos grãos de areia média de cava do Rio Pardo, onde nesssa amostra destaca-se sua coloração clara no geral e variada entre o amarelo e branco de materiais não identificados, captada de uma região onde se predomina o Litótipo K1βgr, T1sc e Q4a e de formas variadas entre subalongadas e esféricas;

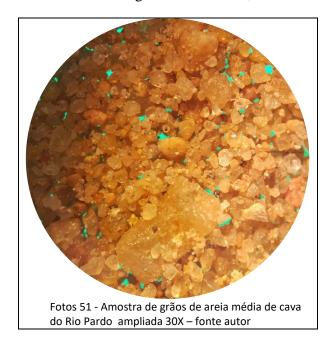


 Foto 53 dos grãos de areia grossa de cava do Rio Pardo, onde nesssa amostra destacase sua coloração clara no geral e variada entre o amarelo e marrom de materiais não identificados, captada de uma região onde se predomina o Litótipo K1βgr, T1sc e Q4a e de formas variadas entre subalongadas e esféricas;



• Foto 54 dos grãos de areia média do Rio Camaquã, onde nesssa amostra destaca-se sua coloração clara no geral e predominancia do bege, branco e marrom de materiais não identificados, captada de uma região onde se tem uma gama variada de Litótipos NP3ydfc, NP3yam T1sc e Q4a e de formas predominante de subalongadas;

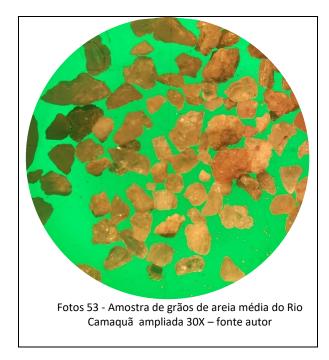


 Foto 55 dos grãos de areia grossa do Rio Camaquã, onde nesssa amostra destaca-se sua coloração clara no geral e predominância do bege e pouco amarela de materiais não identificados, captada de uma região onde se tem uma gama variada de Litótipos NP3vdfc, NP3vdfe, NP3vam T1sc e Q4a e de formas predominante de subalongadas;



Comparando as fotos captadas pelo microscópio pode-se observar melhor as características dos sedimentos dos diferentes rios aqui estudados. Onde reforça a teoria sobre os materias de arrasto em cada sertor das coletas das amostras, não tendo aqui ainda uma análise sobre sua mineralogia em si para cada amostra ensaida porem as que se mostram com maior número de partículas cristalida tem em comum entre elas o litótipo Q4a, e evidenciando suas angularidades é destacado as partículas mais ponteagudas para os rios de menores distâncias percorridas pelo arrasto dos materiais sedimentares em linhas retas, aqui no caso os rios Pardo e Camaquã. Já para os rios mais trechos retos vemos uma esfericidade maior nas partículas estudadas aqui, esses rios são os rios Cacequi e Jacuí, quanto a coloração destaca os tons mais escuros para o rio Pardo e também nesse a coloração mais amarela, e a cristalinidade para os rios Cacequi e Jacuí.

6 CONCLUSÕES

O trabalho aqui realizado nos dá muitas direções a traçar focos diversos no que diz em estudos mineralógicos, petrologia, cristalografia em fim, nos direcionando para a geologia em todo. As amostras destacaram muitas características sobre essa área como vimos nos ensaios de massa específica evidênciando suas colorações diversas, turbidezes diferentes para cada amostra destacando as amostras do rio Cacequi onde quase não se distinguiu a separação dos sedimentos com lâmina da água, de outro ponto a amostra do rio Camaquã mesmo contendo partículas deletérias ocorreu uma decantação do material sedimentado e o afloramento para a superfície da lâmina d'água dessas partículas e ao contrário da primeira aqui citada, a água quase que por simples decantação ficou mais cristalina que as demais mesmo contendo uma porção visivel maior de partículas deletéries.

Seguindo assim nos ensaios granulométricos a amostra de areia fina do rio Cacequi se destacou por suas esfericidades bem maiores que outras, onde ultrapaçou a linha de Zona utilizavél inferior com quase sua totalidade de material estudado, seguindo nessa característica as amostras das areias fina do rio Jacuí que quase metade de sua totalidade também ultrapassou essa Zona utilizavél inferior nos mostrando o quanto suas esfericidades são parecidas e se destacam das demais.

Visualizando as amostras no microscópio evidência-se com maior clareza suas formas, nessas recem destacadas por suas esfericidades bem definidas, suas colorações cristalinas e uma uniformidad parelhada entre elas.

E na visualização no miscroscópio das amostras do rio Pardo e Camaquã nos mostrou, que suas angulações ponteagudas e tons mais escuros, nos leva à entender que, seja por esses materiais de arrasto sedimentares que percorem trechos menores de rios e ainda muito mais tortuosos, ocorrendo assim nesses materiais colisões dessas partículas acarretanto fraturas e resultando nessas angulações ponteagudas das partículas das areias.

Quanto outro fator observado aqui nos ensaios realizados viu-se sobre a classificações dessas areias ao serem distribuidas com determinações de granulometria diferentes das quais se classificam e das que foram analisadas: no exemplo aqui referido para a areia Média da cava do Rio Pardo nas análises obtivemos uma classificação de areia como Fina; e outra que também se destacou como fora do que se foi referida na coleta de amostra é a areia Fina do Rio Jacuí que nas analises realizadas foi classificada como Muito Fina; e desse mesmo rio a que esta como uma areia Média nos ensaios foi classificada como areia Fina; e a areia que foi coletada como areia fina de cava do rio Cacequi nos ensaios foi enquadrada como uma areia Muito Fina.

Subjetivando os dados aqui encontrados vemos que dentre essas regiões de extração dessas areias, nos mostra que tendo dentre elas materiais litótipicos semelhantes torna claro sua procura nesses mesmos locáis de captação, mesmo com sua carga de reposição menor que a demanda da procura em constante crescimento. Pois os litótipos que compoem essas areias são de características favoravéis para a trabalhabilidade nas diversas áreas de aplicação na construção civil.

7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista essas classificações atuais abre-se um foco para se estudar mais profundamente a parte química, física das areias aqui estudadas e adentrar sobre seus aspéctos físicos por meio de ensaios por microscópio de varredura, assim obteremos imagens mais profundas dos grãos e determinar suas classes de feições superficias com detalhamento preciso e também realizar ensaios mineralógicos.

Realizar mais estudos para determinação dos litótipos aflorantes nas bacias hidrográficas dos rios aqui estudados ao qual foram coletadas as amostras. Para termos uma maior concepção de que esse estudo determinaria com maior clareza os substratos litológicos trazidos pelos arrastos sedimentares, pois são a base para o desenvolvimento e poder compreender os demais elementos do meio físico e dos fatores ambientais que envolvem essas bacias das quais transportam os sedimentos resultantes em areais e por fim ao seu uso na engenharia civil.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS:
NBR NM 26: Agregados – Amostragem. Rio de Janeiro, 2001;
NBR NM 27: Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de
laboratório. Rio de Janeiro, 2000;
NBR NM 30: Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de
Janeiro, 2000;
NBR NM 52: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa
específica aparente. Rio de Janeiro, 2009;
NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio
de Janeiro, 2003;
NBR NM ISO 3310-1: Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificações
- Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico . Rio de Janeiro, 2010;
NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005;
NBR NM 7217: Agregados - Determinação da composição granulométrica.
Rio de Janeiro, 1987;
NBR NM 7225: Materiais de pedra e agregados. Rio de Janeiro, 1987;
NBR NM 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados
miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987;
ANM. Agência Nacional de Mineração. 2015-2016. Anuário Mineral Estadual RS.
Disponível em: http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-
mineral/anuario-mineral-estadual/minas-gerais/anuario-mineral-estadual-
minas-gerais-anos-base-2015-2016/view>. Acesso em: 10 junho 20019.
BAUER, L.A.F. Materiais de Construção / Volume 1. LTV – Livros Técnicos e

BAUER, L.A.F. Materiais de Construção / Volume 1. LTV – Livros Tecnicos e Científicos Editora S.A / Rio de Janeiro. 2008

BRANDT, W. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J>W>V> (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV/DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Àreas Degradadas, 1998.

BUENO, R. I. S. - **Aproveitamento da areia gerada em obra de desassoreamento** – Caso Rio Paraíba/SP, Dissertação de Mestrado em engenharia, 109 p, EPUSP, 2010.

CHAVES, Arthur Pinto; WHITAKER, William. **Operações de beneficiamento de areia**. In: Manual de agregados para a construção civil[S.l: s.n.], 2012.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia** – 1980 2ª ed.

CARVALHO, E.F.T. **Materiais de construção I** – CIV237. Apostila. UFOP. Escola de Minas, 2002.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1978 (5ª edição).

GRIZOTTI, Giovani. Giovani Grizotti: **Justiça proíbe três empresas de extrair** areia do Rio Jacuí, no RS, G1 [reportagem], 15 maio 2013. Disponível em: http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/05/justica-proibe-tres-empresas-de-extrair-areia-do-rio-jacui-no-rs.html. Acesso em: 17 abril 2019

HUANG, Pan Ming; Li, Yuncong; Sumner, Malcolm E. - **Handbook of Soil Sciences** (2ª edição) 2018.

JÚNIOR, Enio Ribeiro. Enio Ribeiro Júnior: **Propriedades dos materiais constituintes do concreto**, dezembro/2015. Disponível em:">. Acesso em: 23 maio 2019.

MEHTA, P. Kumar e Paulo J. M. Monteiro, P. J. M. Concreto - Estrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo: Nicole Pagan Hasparyk, 2014.

RODRIGUES, E. H. V. Agregados. In: RODRIGUES, E. H. V.; ARAÚJO, R. C. L.; FREITAS, E. das G. A. **Materiais de construção**. Coleção Construções Rurais. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Rural (ISBN 85-85720-23-9), 2000, P. 1-18.

R. Bras. Ci. Solo - **Análise de Imagens na Determinação da Forma e Textura de Areias**, 39:94-99, 2015

SOUZA, Henrique Capper Alves de; PINTO, Mário Abrantes da Silva. **Minério de ferro: seus reflexos na economia nacional e internacional** - CACEX, 1994

WENZEL, Fernanda. Fernanda Wenzel: **Mineradoras se voltam para o Rio Grande do Sul com quatro grandes projetos**. O ECO [reportagem], 17 abril 2019. Disponível em: https://www.oeco.org.br/reportagens/mineradoras-se-voltam-para-o-rio-grande-do-sul-com-quatro-grandes-projetos/. Acesso em: 04 junho 2019.

http://glo.bo/12BPjTX

http://adm.online.unip.br/img_ead_dp/66302.pdf

http://www.smarja.com.br

http://www.anepac.org.br