

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ELDER KUHLEN MACHADO

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA O USO DE RESÍDUOS
CERÂMICOS COMO PAVIMENTAÇÃO DE QUADRAS DE TÊNIS**

(PROJETO)
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2013

ELDER KUHNNEN MACHADO

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA O USO DE RESÍDUOS
CERÂMICOS COMO PAVIMENTAÇÃO DE QUADRAS DE TÊNIS**

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação, do Curso Superior em Engenharia Civil,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís Nunes de Góes

CAMPO MOURÃO

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 32

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA O USO DE RESÍDUOS CERÂMICOS
COMO PAVIMENTAÇÃO DE QUADRAS DE TÊNIS**

por

Elder Kuhnen Machado

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19 horas do dia 16 de dezembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Msc. Adalberto Luiz Rodrigues
de Oliveira**
(UTFPR)

Prof. Msc. Roberto Widorski
(UTFPR)

Prof. Dr. Jorge Luís Nunes de Góes
(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Aos meus pais e meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me iluminar e proteger em todos os momentos.

Agradeço aos maravilhosos pais que tenho, minha mãe Cleuza por sua incansável ajuda e preocupação durante toda a graduação, sempre apoiando, alertando, sorrindo e chorando comigo. Meu grandioso pai conhecido entre meus amigos como Tio Machado, devido seu grande caráter e carisma e claro meu irmão Wagner pela incansável ajuda e apoio durante toda a graduação, foi como um espelho mostrando o caminho que deveria trilhar.

Seria uma grande injustiça deixar fora desta lista meu orientador, professor, tutor, mestre e principalmente amigo Jorge Góes, um exemplo de ser humano com uma bondade extraordinária e com toda certeza sem ele este trabalho não aconteceria.

Agradeço infinitamente alguns colegas de classe sendo eles: Allan, Carlos Eduardo, Anderson Pitol e Saymon, pois de forma especial foram fundamentais durante a graduação, sendo com estes que realizei os trabalhos em grupos e estudei para cada uma das provas que muito nos tiraram o sono. E agradecer também por cada partida de videogame, copo de cerveja, churrascos, tererê, que celebramos juntos no dia-a-dia destes cinco anos. Tenho certeza que serão grandes profissionais e meus eternos amigos.

Agradeço também a outros amigos que foram uma base sustentadora nos momentos mais difíceis, sempre me apoiando e ajudando nas decisões complicadas que apareceram no caminho, além das diversas festas que juntos fizemos. Obrigado pela compreensão e carinho ilustres: Ana Miquelante (Mica), Gustavo (Nabols), Gustavo (Guga), Lacerda e Guilherme (Pintado). Agradeço também uma pessoa em especial que esteve comigo me apoiando e aturando em todos os momentos não só da graduação, mas também da vida, Obrigado Tailla Bonfim.

Agradeço a todos os professores e pessoas que contribuíram de alguma forma para minha formação compartilhando um pouco de seu conhecimento, aconselhando e participando efetivamente desta graduação. Aos demais colegas de sala um sincero muito obrigado, tenho certeza que serão grandiosos engenheiros.

RESUMO

MACHADO, Elder Kuhnen. **Estudo de viabilidade técnica para o uso de resíduos cerâmicos como pavimentação de quadras de tênis.** 2013. 144 folhas. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

O setor da construção civil sempre foi considerado um dos grandes vilões do planeta, isto devido ao fato de ser um grande consumidor de matérias primas não renováveis e ao excesso de resíduos gerados provenientes de suas atividades. Observa-se, no entanto que o maior problema vem sendo a destinação dada para estes resíduos, destacando-se de forma emergencial a necessidade sim de políticas dentro do canteiro que evitem esta geração e também alternativas de reutilização para este material, dentro ou fora da obra. Dentro deste setor ineficiente nota-se que boa parte dos resíduos gerados é proveniente de perdas, e dentro destes entram os resíduos cerâmicos que são os mais expressivos em massa e volume. Este trabalho tem por objetivo verificar a viabilidade técnica da utilização de resíduos cerâmicos para pavimentação de quadras em saibro, sendo que para isto identificou-se uma granulometria através de ensaios de laboratório e posteriormente o resíduo triturado foi aplicado em quadras de tênis para análise de viabilidade. Esta análise foi feita através de um questionário de satisfação aplicado em usuários, e também pelo intervalo de tempo necessário de reaplicação do resíduo. A camada de resíduo cerâmico aplicada na quadra apresentou alto índice de aprovação dos usuários, mas deve ser destacado que esta necessita de constante manutenção para garantia de qualidade, e também se os cuidados com a camada forem constantes e executados de maneira correta, será conseguido bom intervalo de tempo até a próxima aplicação.

Palavras-chave: Resíduos; Sustentabilidade; Construção Civil.

ABSTRACT

MACHADO, Elder Kuhnen. **Technical feasibility study for the use of ceramic wastes as paving tennis courts.** 2013. 144 pages. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil - Federal Technology University - Parana. Campo Mourão, 2013.

The construction industry has always been considered one of the great villains of the world, due to it being a major consumer of non-renewable raw materials and excess waste generated from their activities . It is noted, however, that the biggest problem has been the destination given to these residues , especially on an emergency basis but the need of policies within the construction site to prevent this generation and also alternatives for reuse of this material , inside or outside the works . Within this inefficient sector is noted that much of the waste is generated from losses , and these come in the ceramic residues that are the most significant mass and volume. This study aims to determine the technical feasibility of using ceramic waste for paving blocks in clay , and for this we identified a particle through laboratory testing and subsequently crushed residue was applied on the tennis court to examine the feasibility . This analysis was conducted through a questionnaire applied in satisfaction of users, and also the time interval required for reapplication of the residue . The layer of ceramic waste applied to the block had a high rate of adoption by users, but it should be noted that this needs constant maintenance to quality assurance, and also care for the layer are constant and correctly performed, will be achieved good time interval until the next application.

Keywords: Waste; Sustainability; Construction.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- PLANTA BAIXA DE UMA QUADRA EM SAIBRO COM AS DIMENSÕES OFICIAIS.....	33
FIGURA 2 - ESQUEMA EM CORTE DAS CAMADAS QUE CONSTITUEM A QUADRA EM SAIBRO..	34
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA METODOLÓGICO.....	36

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1 - RESIDUO CERÂMICO TRITURADO.....	41
FOTOGRAFIA 2 - SÉRIE DE PENEIRAS NORMAL.....	42
FOTOGRAFIA 3 - SÉRIE DE PENEIRAS NORMAL MONTADA NO PENEIRADOR AUTOMÁTICO...	42
FOTOGRAFIA 4 - BALANÇA SENDO UTILIZADA DURANTE O ENSAIO.	43
FOTOGRAFIA 5 - DEPOSIÇÃO DO RESÍDUO CERÂMICO EM UMA LONA DISPOSTA SOBRE SUPERFÍCIE RÍGIDA.	44
FOTOGRAFIA 6 - MATERIAL CERÂMICO SENDO MISTURADO, BUSCANDO A HOMOGENIZAÇÃO.	45
FOTOGRAFIA 7 - FORMAÇÃO DO CONE COM PARTE SUPERIOR ACHATADA.....	45
FOTOGRAFIA 8 - BALANÇA COM A AMOSTRA DE EXATAMENTE 1000 GRAMAS.	46
FOTOGRAFIA 9 - MATERIAL NÃO UTILIZADO PARA AMOSTRA SENDO DEVOLVIDO EM SUA EMBALAGEM.	46
FOTOGRAFIA 10 - MODELO DAS AMOSTRAS E FORMAS UTILIZADAS PARA ARMAZENAMENTO.	47
FOTOGRAFIA 11 - SÉRIE DE PENEIRAS NORMAL DEVIDAMENTE MONTADAS.	48
FOTOGRAFIA 12 - AMOSTRA SENDO COLOCADA NA SÉRIE DE PENEIRAS.....	48
FOTOGRAFIA 13 - SÉRIE DE PENEIRAS SENDO COLOCADA NO PENEIRADOR AUTOMÁTICO.	49
FOTOGRAFIA 14 - PREPARATIVOS PARA INICIAR O PENEIRAMENTO COM O EQUIPAMENTO.	49
FOTOGRAFIA 15 - PENEIRAMENTO MANUAL APÓS O MECÂNICO, VISANDO OTIMIZAR O ENSAIO.....	50
FOTOGRAFIA 16 - LIMPEZA DAS PARTÍCULAS QUE FICAM PRESAS NA PENEIRA UTILIZANDO ESCOVA, PARA QUE NÃO SE ALTERE SIGNIFICATIVAMENTE A AMOSTRA.	50
FOTOGRAFIA 17 - PESAGEM DAS AMOSTRAS RETIDAS EM CADA PENEIRA;.....	52
FOTOGRAFIA 18 - MATERIAL SENDO RETIRADO DA PENEIRA PARA PASSAR POR PESAGEM.	52
FOTOGRAFIA 19 - PÓ CERÂMICO SENDO DEPOSITADO EM RECIPIENTE ADEQUANDO PARA PESAGEM.....	53
FOTOGRAFIA 20 - RESÍDUOS CERÂMICOS TRITURADOS E SEPARADOS DE ACORDO COM A GRANULOMETRIA.....	54
FOTOGRAFIA 21 - DETALHE DAS PORÇÕES RETIDAS EM CADA PENEIRA DE UMA DETERMINADA AMOSTRA.....	54
FOTOGRAFIA 22 - DIVISÃO GRANULOMÉTRICA DE UMA DAS AMOSTRAS.	55

FOTOGRAFIA 23 - RECIPIENTE PARALELEPÍPEDO COM VOLUME DE 3 DM³ CHEIO DE ÁGUA PARA CONFIRMAÇÃO DO VOLUME.	57
FOTOGRAFIA 24 - CONCHA UTILIZADA NO ENSAIO.	58
FOTOGRAFIA 25 - ESQUADRO UTILIZADO PARA ALISAR A SUPERFÍCIE DA FORMA.	58
FOTOGRAFIA 26 - AMOSTRA DE RESÍDUO CERÂMICO UTILIZADA NO ENSAIO.	59
FOTOGRAFIA 27 - INÍCIO DO PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DE MASSA ESPECÍFICA APARENTE.	60
FOTOGRAFIA 28 - LANÇAMENTO DO RESÍDUO CERÂMICO COM UMA ALTURA DE 15 CM DA BORDA.	60
FOTOGRAFIA 29 - ALISAMENTO DA SUPERFÍCIE COM AUXÍLIO DE UM ESQUADRO.	61
FOTOGRAFIA 30 - SUPERFÍCIE RASADA.	61
FOTOGRAFIA 31 - PESAGEM DA MASSA DO AGREGADO.	62
FOTOGRAFIA 32 - ESTUFA DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS TECNOLÓGICOS.	63
FOTOGRAFIA 33 - ESPÁTULAS.	64
FOTOGRAFIA 34 - LUVAS.	64
FOTOGRAFIA 35 - AMOSTRA DO RESÍDUO CERÂMICO EM ESTADO NATURAL.	65
FOTOGRAFIA 36 - UMIDIFICAÇÃO DA SUPERFÍCIE DA QUADRA.	67
FOTOGRAFIA 37 - MATERIAL SENDO DEPOSITADO PARA POSTERIOR APLICAÇÃO.	68
FOTOGRAFIA 38 - RESÍDUO CERÂMICO SENDO RETIRADO DA EMBALAGEM.	68
FOTOGRAFIA 39 - INÍCIO DO PROCESSO DE APLICAÇÃO DO RESÍDUO.	69
FOTOGRAFIA 40 - APLICAÇÃO EM ÁREA EXTERNA À QUADRA.	69
FOTOGRAFIA 41 - APLICAÇÃO DO RESÍDUO NA QUADRA.	70
FOTOGRAFIA 42 - SUPERFÍCIE DA QUADRA LOGO APÓS A APLICAÇÃO DO RESÍDUO.	70
FOTOGRAFIA 43 - UNIFORMIZAÇÃO DO RESÍDUO COM O “ESCOVÃO”.	71
FOTOGRAFIA 44 - QUADRA EM PROCESSO DE HOMOGENEIZAÇÃO	71
FOTOGRAFIA 45 - “ESCOVÃO” SENDO PASSADO NAS DUAS DIREÇÕES DA QUADRA.	72
FOTOGRAFIA 46 - QUADRA APÓS A VARREDURA COM O “ESCOVÃO”.	72
FOTOGRAFIA 47 - LIMPEZA DAS FAIXAS DELIMITADORAS DA QUADRA.	73
FOTOGRAFIA 48 - FIM DO PROCESSO DE LIMPEZA DAS FAIXAS.	73
FOTOGRAFIA 49 - QUADRA COM O RESÍDUO APLICADO.	74
FOTOGRAFIA 50 - QUADRA SENDO MOLHADA APÓS A APLICAÇÃO DO RESÍDUO.	74
FOTOGRAFIA 51 - FIM DO PROCESSO DE PREPARAÇÃO DA QUADRA PARA O PRÁTICA DO ESPORTE.	75
FOTOGRAFIA 52 - QUADRA APTA PARA A PRÁTICA DO ESPORTE.	75

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – VALOR PERCENTUAL MÉDIO DAS AMOSTRAS.	78
GRÁFICO 2 - PORCENTAGEM RETIDA NA PENEIRA #4,75 MM EM GRAMAS.	82
GRÁFICO 3 - PORCENTAGEM RETIDA NA PENEIRA #2,36 MM EM GRAMAS.	83
GRÁFICO 4 - PORCENTAGEM RETIDA NA PENEIRA #1,18 MM EM GRAMAS.	83
GRÁFICO 5 – PORCENTAGEM RETIDA NA PENEIRA #0,6 MM EM GRAMAS.	84
GRÁFICO 6 - PORCENTAGEM RETIDA NA PENEIRA #0,3 MM EM GRAMAS.	84
GRÁFICO 7 - PORCENTAGEM RETIDA NA PENEIRA #0,15 MM EM GRAMAS.	85
GRÁFICO 8 - PORCENTAGEM RETIDA NO FUNDO EM GRAMAS.....	85
GRÁFICO 9 - VARIAÇÃO DE IDADE DOS ALUNOS QUE PARTICIPARAM DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.	90
GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DE SEXO DOS ALUNOS QUE PARTICIPARAM DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.	91
GRÁFICO 11 - VARIAÇÃO DE EXPERIÊNCIA DOS ALUNOS QUE PARTICIPARAM DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.	92
GRÁFICO 12 - RESPOSTAS DA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.	93
GRÁFICO 13- RESPOSTAS DA QUINTA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.	94

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PESOS E PORCENTAGENS DAS AMOSTRAS RETIDAS EM CADA PENEIRA. ...	ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
TABELA 2 – MASSA E PORCENTAGENS MÉDIAS DAS AMOSTRAS, RETIDAS EM CADA PENEIRA.	
.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3 – MASSA RETIDA EM CADA PENEIRA (GRAMAS), MÉDIA, VARIÂNCIA E DESVIO	
PADRÃO.	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 4 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 1 RETIDAS EM CADA PENEIRA.	ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
TABELA 5– PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 2 RETIDAS EM CADA PENEIRA	ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO. 134	
TABELA 6 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 3 RETIDAS EM CADA PENEIRA	ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
TABELA 7 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 4 RETIDAS EM CADA PENEIRA	135
TABELA 8 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 5 RETIDAS EM CADA PENEIRA .	13ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
TABELA 9 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 6 RETIDAS EM CADA PENEIRA	136
TABELA 10 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 7 RETIDAS EM CADA PENEIRA	136
TABELA 11 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 8 RETIDAS EM CADA PENEIRA	136
TABELA 12– PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 9 RETIDAS EM CADA PENEIRA	137
TABELA 13 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 10 RETIDAS EM CADA PENEIRA	137
TABELA 14 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 11 RETIDAS EM CADA PENEIRA	137
TABELA 15 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 12 RETIDAS EM CADA PENEIRA	138
TABELA 16 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 13 RETIDAS EM CADA PENEIRA	138
TABELA 17– PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 14 RETIDAS EM CADA PENEIRA	138
TABELA 18 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 15 RETIDAS EM CADA PENEIRA	139
TABELA 19 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 16 RETIDAS EM CADA PENEIRA	139
TABELA 20 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 17 RETIDAS EM CADA PENEIRA	139
TABELA 21 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 18 RETIDAS EM CADA PENEIRA	140
TABELA 22 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 19 RETIDAS EM CADA PENEIRA	140
TABELA 13 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 20 RETIDAS EM CADA PENEIRA	140
TABELA 24 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 21 RETIDAS EM CADA PENEIRA	141

TABELA 25 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 22 RETIDAS EM CADA PENEIRA 141

TABELA 26– PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 23 RETIDAS EM CADA PENEIRA 141

TABELA 27 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 24 RETIDAS EM CADA PENEIRA 1ERRO!

INDICADOR NÃO DEFINIDO.

TABELA 28 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 25 RETIDAS EM CADA PENEIRA 142

TABELA 29 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 26 RETIDAS EM CADA PENEIRA 142

TABELA 30 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 27 RETIDAS EM CADA PENEIRA 143

TABELA 31– PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 28 RETIDAS EM CADA PENEIRA 143

TABELA 32 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 29 RETIDAS EM CADA PENEIRA 143

TABELA 33 – PESOS E PORCENTAGENS DA AMOSTRA 30 RETIDAS EM CADA PENEIRA 144

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 JUSTIFICATIVA	17
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1 DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	18
4.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	19
4.2.1 Sustentabilidade na construção civil	20
4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS	21
4.4 RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
4.5 RESÍDUOS CERÂMICOS	31
4.6 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CERÂMICOS NA PAVIMENTAÇÃO DE QUADRAS EM SAIBRO.....	32
5 MATERIAIS E METODOS	36
5.1 AQUISIÇÃO DOS RESÍDUOS CERÂMICOS TRITURADOS.....	38
5.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO	38
5.3 DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE OU UNITÁRIA NO ESTADO SOLTO.....	57
5.4 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE SUPERFICIAL EM AGREGADOS MIÚDOS PELO MÉTODO DA ESTUFA.....	63
5.5 APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS EM QUADRA DE SAIBRO.....	66
5.6 ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS ATRAVÉS DE UM QUESTIONÁRIO DE INFORMAÇÕES.....	76
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	77
6.1 RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO	77

6.2	RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE OU UNITÁRIA NO ESTADO SOLTO.....	87
6.3	RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA UMIDADE SUPERFICIAL PELO MÉTODO DA ESTUFA	88
6.4	ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO CERÂMICO TRITURADO NA QUADRA DE TÊNIS EM SAIBRO.	88
6.5	RESULTADOS DA ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS ATRAVÉS DE UM QUESTIONÁRIO DE INFORMAÇÕES.....	90
7	CONCLUSÕES	95
	REFERÊNCIAS.....	97
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO	103
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS PELOS ALUNOS DO CLUBE DE TÊNIS.....	104
	APÊNDICE C – RESULTADOS DAS AMOSTRAS NO ENSAIO DE GRANULOMETRIA	134

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um assunto muito discutido hoje no mundo, uma vez que o ser humano vem percebendo que o planeta é único, e que existe sim a possibilidade de muitos recursos essenciais à vida desaparecerem da terra. Sustentabilidade pode ser definida como: “Qualidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias” (RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1987, p.1).

Não é necessário ser especialista em meio ambiente para notar o problema ambiental causado pela construção civil, pois ele está escancarado pelas ruas e por todo lugar onde transitamos. Entulho nas calçadas, excessivo desperdício de materiais e o verde desaparecendo de nossas cidades são somente alguns problemas que podem ser notados, e com isso a construção civil acaba sendo considerada uma das grandes vilãs do planeta. Porém, basta adequar o modo de construir, não que anteriormente a construção civil estivesse totalmente errada, pois ela sempre foi baseada basicamente em atender as exigências da população, e isso implica em alterar o meio ambiente, porém, pode-se alterar de uma forma correta, justa e sustentável. Segundo Sattler (2007) deve-se buscar um empreendimento ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito.

Segundo Formoso et al. (1997) ocorre um elevado número de perdas na construção civil, e estas podem ser por diversos fatores, como desperdício de materiais, falta de qualificação na mão de obra, incompatibilidade de projetos, ausência de técnicas logísticas aplicadas no canteiro de obras, entre outras. Estas perdas acabam gerando um produto final de qualidade abaixo do esperado, além de aumentarem o custo final da obra e ainda gerarem uma grande quantidade de entulho. É evidente que a construção civil gera um grande número de resíduos sólidos e dados de uma pesquisa do IEDI – Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial – de 2010, comprovam isto, pois mostram que da totalidade dos resíduos sólidos do planeta, aproximadamente 25% são originados da construção civil.

Os Resíduos da Construção Civil – RCC são classificados de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 e divididos em classes de acordo com sua possível

reutilização e destinação. A classe A engloba aqueles resíduos que podem ser reutilizados e reciclados, tais como blocos, telhas e tijolos cerâmicos, uma das mais representativas, chegando a 79,6% em volume do total de resíduos em uma determinada obra (MIRANDA; ANGULO; CARELI, 2009).

Formoso et al. (1997) destaca em um estudo realizado predominantemente no Rio Grande do Sul com mais de vinte construtoras, que blocos cerâmicos furados (que representam apenas uma porcentagem dos resíduos cerâmicos) têm em média 20,6% de perdas, isto considerando diferentes tipos de obras. Este valor é consideravelmente grande, porém acaba sendo a grande realidade encontrada por todo o Brasil, e se torna evidente a necessidade de buscar alternativas para diminuir este índice, assim como medidas que possibilitem reutilizar e reciclar os resíduos de obra, evitando que sua destinação ataque o meio, já que o que se observa na maioria dos casos é uma deposição sem a menor preocupação com os aspectos ecológicos.

Com isto, o objetivo deste estudo é verificar a viabilidade técnica da utilização de resíduos cerâmicos como pavimentação de quadra de tênis em saibro, por meio da determinação da granulometria em laboratório, seguida de análise de campo com o resíduo aplicado na quadra, verificando se o material atende as condições ideais para prática do esporte.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade técnica da utilização de resíduos cerâmicos para pavimentação de quadras em saibro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análise da granulometria do resíduo cerâmico triturado;
- Realizar a aplicação do resíduo em quadras de saibro;
- Obtenção de informações através dos locais onde foram aplicados os resíduos cerâmicos, a fim de constatar o intervalo de tempo necessário para uma nova aplicação;
- Analisar a satisfação dos usuários, através de questionário de informações.

3 JUSTIFICATIVA

É fato que a construção civil é fundamental para o desenvolvimento econômico do país, porém não se podem deixar de lado os problemas que esta pode causar. Sabe-se que a construção civil é uma grande consumidora de matérias-primas e também uma grande geradora de resíduos sólidos, sendo assim torna-se evidente a importância de se desenvolver técnicas para a reutilização destes, seja dentro ou fora do canteiro de obras.

O problema não está somente na quantidade de resíduos gerada, mas principalmente na destinação destes. Observa-se no dia a dia que os chamados Resíduos da Construção Civil – RCC, muitas vezes são depositados em locais impróprios tornando-se agravantes ambientais e até mesmo fatores de risco para a saúde pública. Já é comum ver a degradação por meio de resíduos em áreas de proteção ambiental, encostas, galerias, vias públicas e calçadas com sua obstrução, causando prejuízos ao trânsito de veículos e pedestres. Pode-se relacionar os resíduos sólidos da construção civil com as perdas do setor, então uma maneira de diminuir a quantidade desses resíduos seria minimizar estas perdas. Segundo Formoso et al. (1997) estas perdas somente vem sendo relacionadas aos desperdícios de materiais, porém deve ser levado em conta qualquer ineficiência do setor, podendo ser materiais, equipamentos e mão de obra.

Os RCC são classificados de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 e divididos em classes de acordo com sua possível reutilização. A classe A é uma das mais representativas se tratando de massa e volume, chegando a 50,8% e 79,6%, respectivamente, do total de resíduos em uma determinada obra (MIRANDA; ANGULO; CARELI, 2009). Dentro da classe A estão os resíduos cerâmicos, e Formoso et al. (1997) destaca em um estudo realizado predominantemente no Rio Grande do Sul com mais de vinte construtoras, que blocos cerâmicos furados (que representam apenas uma porcentagem dos resíduos cerâmicos) têm em média 20,6% de perdas, isto considerando diferentes tipos de obras. Este valor é um tanto quanto elevado, porém acaba sendo a grande realidade encontrada por todo o Brasil, sendo que o ideal é buscar alternativas para diminuir este índice. A utilização de resíduos cerâmicos para pavimentação de quadras em saibro mostra-se uma saída sustentável e dentro da realidade do mercado.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

A sociedade contemporânea apresenta cada vez mais evoluções tecnológicas, desenvolvimentos nos ramos diversos e um grande aumento populacional (TAGORE, 2009). E todos estes seres vivos que englobam o planeta necessitam de um meio ambiente com as mínimas condições para a sobrevivência e manutenção de sua espécie.

Inicialmente devemos compreender o conceito de meio ambiente para posteriormente entender sobre a degradação do mesmo. Para Barbieri (2007) o termo meio ambiente subtende-se sobre tudo aquilo que cerca os seres vivos ou não-vivos, e tudo o que está ao nosso redor, sendo os mares, as matas, os rios, enfim, o planeta em toda sua complexidade. Em nosso país, o conceito de meio ambiente está definido pela Lei 6938/81 no art. 3º, I, que discorre sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, ao qual descreve que meio ambiente “é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

O nosso planeta é formado de inúmeros recursos naturais, tanto do tipo renovável quanto do tipo não renovável. E desde há muito tempo esses recursos vêm sendo explorados pela raça humana, e com o avanço tecnológico e o aumento demográfico, esses recursos vêm sendo explorados mais indiscriminadamente, não respeitando seus ciclos e sua renovação, o que dia após dia vem causando a extinção de muitos recursos e a degradação do meio ambiente (COACHMAN 2011; TAGORE 2009).

Colaborando com grande escala na degradação do meio ambiente está a construção civil. Esta é responsável pela retirada de grande quantidade de recursos da natureza, sendo que muitas vezes esta extração consome muita energia, podendo causar danos e impactos imensuráveis (PREVIATO, 2012).

A inconseqüência destas retiradas e a falta de respeito no ciclo de renovação dos recursos é o que muitas vezes causa, por diferentes formas a degradação do meio em que vivemos (COACHMAN, 2011).

Desta forma deve-se atentar a maneira e tomar conseqüência de como realizar a retirada de matéria-prima da natureza, aliando uma utilização consciente dos nossos recursos naturais junto com um real proveito das sobras de materiais já utilizados, promovendo assim um meio ambiente mais favorável a todas as espécies que habitam este planeta.

4.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito proposto pelo relatório de Bruntland, da ONU em 1987, define sustentabilidade como “Qualidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias”.

De acordo com Previato (2012), uma série de medidas devem ser tomadas para que se alcance o desenvolvimento sustentável, entre elas podem ser destacadas: Limites no crescimento populacional; Garantia a longo prazo de recursos básicos à sobrevivência; Utilização de fontes energéticas renováveis; Aumento da produção industrial em conformidade com técnicas ecologicamente adaptadas; entre outras.

As primeiras preocupações mundiais com o meio em que vivemos surgiram principalmente após catástrofes, buscando apenas resolver problemas pontuais, esquecendo-se de analisar o desenvolvimento sustentável como um conjunto de ações corretivas e principalmente preventivas. Deve-se buscar uma maneira “de intervir no meio ambiente, preservando-o e, em escala evolutiva, recuperando-o e gerando harmonia no entorno” (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

De acordo com Previato (2012), quando se entende a relação de dependência direta entre homem e meio ambiente, percebe-se que se deve aliar ética ecológica com responsabilidade social, confirmando que o desenvolvimento ecológico é hoje a chave para o progresso.

Pessoas devem se conscientizar que o crescimento deve estar ligado harmoniosamente com o meio, buscando alternativas para atender suas necessidades, sem se esquecer das conseqüências que seu ato pode trazer, assim como empresas devem buscar soluções, desenvolvendo produtos e sistemas que se encaixem dentro da necessidade da sociedade sem agredir recursos básicos para a

vida desta e de outras gerações, atingindo assim um diferencial no mercado e também garantindo uma imagem positiva perante a sociedade.

4.2.1 Sustentabilidade na construção civil

Construção sustentável pode ser definida com um sistema que promove alterações no entorno de forma consciente, garantindo uma edificação que atenda todos os aspectos técnicos de qualidade e necessidades do ser humano, sem deixar de preservar o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (GONÇALVES; DUARTE,2006).

Historicamente é fácil notar que são inúmeros os problemas relacionados com sustentabilidade na construção civil. Dentro dos problemas podem ser citados as emissões de CO₂ e outros gases, gerados direta ou indiretamente pela indústria construtiva que contribuem para o efeito estufa, assim como o entulho gerado pelo setor, dentre diversos outros. Não precisa ser especialista para notar estes problemas, basta ver noticiários ou simplesmente andar pelas ruas, os mesmos são tão alarmantes a ponto de se transparecerem aos olhos da sociedade. Entulhos dificultando o tráfego de pessoas e veículos, a drenagem urbana, tomando terrenos e até mesmo encostas de rios são facilmente encontrados em inúmeras cidades, podendo causar diversos malefícios para população.

Desde o projeto até a demolição, em todas as etapas da edificação deve-se buscar atender padrões ecologicamente corretos, não apenas em atividades isoladas dentro do empreendimento. O projeto deve estar de acordo com padrões sustentáveis, assim como cada etapa da obra deve possuir um detalhamento sobre os impactos que as atividades podem causar, e como estes itens devem ser trabalhados para que o empreendimento se torne como um todo sustentável, não apenas uma ideia ou execução, mas também uma moradia que possibilite ao usuário técnicas sustentáveis (CORRÊA, 2009).

Para Gonçalves e Duarte (2006),um padrão de construção sustentável, é aquele que deve visar sua autossuficiência, chegando ao nível de manter a si mesmo, atendendo a suas próprias necessidades, gerando e reciclando seus próprios recursos. O autor ainda comenta o que seriam os passos principais para a

obra sustentável, dentre eles: Planejamento; Aproveitamento dos recursos naturais; Eficiência energética; Economia de água; Gestão dos resíduos gerados; Conforto termo acústico; Uso racional de materiais; entre outros.

Uma das maneiras para que o setor construtivo alcance este conceito de obra sustentável seria a diminuição dos resíduos gerados, assim como a reutilização destes dentro ou fora do canteiro de obras, através de projetos que tragam ideias de reaproveitamento para cada etapa construtiva (PREVIATO, 2012).

4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Conforme esclarece Monteiro et al.(2001), resíduos sólidos podem ser definidos como todo material sólido ou semissólido, gerado por atividade humana ou da natureza, considerados indesejáveis por quem os deposita e que precisam ser removidos.

Todo processo desenvolvido pelo ser humano gera resíduos. Estes acabam sendo considerados inúteis por uma considerável parcela da população, porém aproximadamente 40% da composição dos resíduos são de materiais recicláveis e a parte reciclável é atrativa do ponto de vista econômico, energético e ambiental (FIGUEIREDO, 1994).

Entre diversas definições, no Brasil os resíduos sólidos podem ser definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 10.004 (2004, p.01), como:

Todos os resíduos no estado sólido e semi-sólido, resultantes das atividades da comunidade, sejam de origem doméstica, hospitalar, industrial, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Neste incluem também os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como determinados líquidos cujas suas características tornam seu lançamento inviável na rede pública de esgotos.

Segundo a ABNT-NBR 10004 (2004, p.01), os resíduos sólidos podem ser classificados “quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente”. Eles ainda são classificados pela mesma norma, conforme o Quadro 1.

CLASSE	DESCRIÇÃO
CLASSE I – PERIGOSOS	São aqueles que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidências de doenças ou acentuando seus índices ou ainda provocam riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.
CLASSE II NÃO PERIGOSOS:	
Resíduos classe II A - Não Inerte	Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Resíduos classe II B - Inertes	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G

Quadro 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos
Fonte: NBR 10004, (p.4, 2004)

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua característica e fonte geradora. Dentro destes existem os provenientes de atividades do setor construtivo. Segundo Mariano (2008), a construção civil gera grande quantidade de resíduos através de suas práticas, e não somente na etapa construtiva, como também na produção de insumos e em posteriores demolições. Daí se dá a importância de caracterizar e quantificar os resíduos, pois de acordo com a etapa eles possuem um volume e uma provável destinação.

Desde sempre, uma boa parcela das empresas buscam descartar seus resíduos de forma rápida e com o menor custo possível, sem ter a menor preocupação para os impactos que estão causando. Todavia, a conscientização da população em aspectos ecológicos vem evoluindo gradativamente, e já se buscam empresas que trabalhem com esta perspectiva de conservar o meio ambiente (PREVIATO, 2012).

Contudo, os entulhos gerados pela construção civil não tem um fim apropriado como deveria. Na maioria dos casos são depositados em famosos “lixões”, o que não é um destino nem um pouco plausível, devido a enorme quantidade de danos causados ao meio ambiente (LAGO; ELIS; GIACHETI, 2006).

Conforme dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE, 2008), em 50,8% dos municípios brasileiros o destino final dos resíduos sólidos ainda são os vazadouros a céu aberto (lixões). Ainda de acordo com a PNSB (IBGE, 2008) embora este valor venha diminuindo nos últimos 20 anos, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, estes locais são ainda muito comuns, e isto exige soluções urgentes e culturais para o setor.

Segundo Ramos (2012), deve-se preocupar com a destinação dos resíduos sólidos urbanos, pois a disposição inadequada destes no meio ambiente reflete em diversas consequências, dentre elas a degradação do solo, devastação dos mananciais e poluição do ar, podendo trazer malefícios para a saúde pública.

Para minimizar efeitos negativos destes resíduos, algumas atitudes devem ser tomadas. É preciso que ocorra a diminuição do volume de resíduos sólidos, e posteriormente uma melhor conscientização de seu fim, juntamente com uma proposta de uma coleta seletiva de resíduos sólidos (LAGO; ELIS; GIACHETI, 2006).

É necessário salientar que todas as pessoas devem se conscientizar, pois a destinação final de um resíduo sólido não é de única responsabilidade do fabricante, mas também do consumidor que utiliza aquele determinado produto, indiferentemente da quantidade ou do tipo do material, a consciência deve ser geral, para assim podermos ter um meio ambiente mais limpo e mais sustentável para esta e também gerações futuras (RAMOS, 2012).

4.4 RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil sempre foi a principal responsável por alterações no meio em que vivemos, e atualmente é uma das atividades que mais gera empregos para o país, além de ter fundamental importância na economia do mesmo. Entretanto, confrontando com isto estão os impactos ambientais causados por todas essas mudanças, tanto pelo fato de consumir muita matéria-prima para fabricação de seus insumos, como pela quantidade de resíduos gerados. A indústria construtiva é carente de uma política de gerenciamento, deixando o setor um tanto quanto falho (MARIANO, 2008).

Pelo rápido crescimento das cidades, e o bom momento que vive o setor construtivo, é fácil notar o aumento no número de construções e com isso também a quantidade de entulhos gerados, sendo que o que se nota é o lançamento incorreto de boa parte destes, em terrenos vazios, encostas de rios, ruas, calçadas, entre tantos outros, sem a menor preocupação com as questões ambientais. E vem se tornando cada dia mais comum notícias de problemas ambientais causados pela deposição incorreta destes, causando poluição visual, enchentes e até comprometendo a qualidade de vida das pessoas.

Segundo Souza et al. (2004), a indústria da construção civil é responsável pelo consumo considerável de materiais, tanto em quantidade quanto em diversidade. Embora a maior parte das indústrias passe por problemas semelhantes, o autor ainda relata que a ineficiência na maior parte dos processos produtivos e de falhas na execução faz com que a construção civil seja reconhecida como uma grande geradora de resíduos.

Na maior parte das obras a composição dos resíduos da construção civil brasileira é constituída por argamassa, concreto e blocos de concreto, blocos e telhas cerâmicas, além de madeiras, plásticos, papel e papelão (MARIANO, 2008).

Com a grande repercussão que catástrofes ambientais causam na mídia, as maiores empresas do ramo construtivo se adaptaram ou vêm se adaptando, de forma que deixem de provocar danos no meio. Porém, ao se falar sobre os resíduos de construção, a realidade é assustadora, pois 75% destes provêm de obras de menor porte tais como construções em conjuntos habitacionais, reformas e demolições realizadas pelos futuros proprietários dos imóveis, fazendo com que os entulhos muitas vezes sejam lançados de forma irregular (GUERRA, 2009).

Segundo Corrêa (2009), toda atividade econômica é geradora de resíduos, e com a construção civil não é diferente e é gerada uma grande quantidade de entulhos, sendo que o alto índice de perdas pode ser colocado como a principal causa. Reformas de residências unifamiliares e outras têm como principal problema a falta de cultura na redução de materiais, reutilização de tudo que for possível dentro da obra e até mesmo da reciclagem.

A construção civil é constantemente ligada a problemas ambientais, pelo grande consumo de recursos de fontes renováveis e não renováveis, geração de resíduos sólidos, falta de gerenciamento para estes, rebaixamento do lençol freático, impermeabilização dos solos e outros (RAMOS, 2012).

Previato (2012) explica que uma maneira de minimizar alguns destes problemas com entulhos seria o transporte por meio de empresas especializadas, com licença dos órgãos ambientais, diminuindo assim os gastos com limpeza de áreas irregularmente poluídas.

No Brasil quem regulamenta e classifica os Resíduos da Construção e Demolição é a Resolução CONAMA nº 307/02 (BRASIL, 2002, p.01) e define Resíduo de Construção e Demolição - RCD como materiais:

provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

No art. 2º, paragrafo quinto define-se gerenciamento de resíduos como sendo(BRASIL, 2002, p.01):

o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

A resolução CONAMA nº 307 de 05/07/2002, estipula as diretrizes para redução dos impactos causados pela construção civil no meio, onde seu não cumprimento, a deposição inadequada dos resíduos da construção, contribui notavelmente para a degradação ambiental e qualidade de vida, além de representar um alto valor percentual dos rejeitos de áreas urbanas. Também fica estipulado que o gerador dos resíduos tem como objetivo principal a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem além de dar a correta destinação final dos mesmos.

Os resíduos são classificados pela CONAMA 307 /2002 em 4 classes, sendo elas:

- Classe A : são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, tubos, meio-fio, provenientes de construção, reforma, demolição com materiais cerâmicos, pré-fabricados em concreto e de infraestrutura;

- Classe B: são os recicláveis para outras utilizações tais como: plástico, papel/papelão, madeira, metais e outros;
- Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- Classe D: são resíduos perigosos, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados que podem ser prejudiciais à saúde, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (nova redação dada pela Resolução nº 348/04).

Foram realizadas alterações na classificação dos RCD's, onde na resolução 348/2004 foi incluído o amianto na classe D que é a de resíduos perigosos, conforme colocado na redação acima. Na resolução 431/2011 se estabeleceu uma nova classificação para o gesso, sendo incluído na classe B, dos resíduos que podem ser recicláveis para outras utilizações.

O art. 10º da resolução CONAMA 307/2002 é o responsável por determinar a destinação correta de cada classe dos resíduos, e determina da seguinte forma (BRASIL 2002 p.04):

- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Segundo Ramos (2012), é importante ressaltar que em muitos municípios brasileiros a implantação desta resolução pode encontrar muitos obstáculos, pois muitos não possuem aterros adequados e políticas gestoras que controlem e fiscalizem a aplicação desta normatização.

De acordo com Monteiro et al. (2001), nota-se que no Brasil, a geração de RCD é três vezes maior se comparado com países desenvolvidos, chegando à aproximadamente 300 kg/m² considerando apenas novas edificações, enquanto países desenvolvidos geram em torno de 100 kg/m². Nas grandes cidades brasileiras

os RCD representam, aproximadamente, metade do peso total de resíduos sólidos urbanos coletados.

Segundo Mariano (2008), para se ter uma boa gestão dos resíduos dentro da construção civil deve-se atentar para alguns aspectos, entre eles:

- Controle e fiscalização nos aterros, para que sejam destinados de forma correta os RCC's e RCD's;
- Custo financeiro para destinação final com valor significativo;
- Oportunidade de tratamento da fração inerte dos resíduos antes do reuso e/ou reciclagem;
- Buscar a conscientização e aceitação dos usuários quanto a materiais reciclados.

O gerenciamento de resíduos pode proporcionar as construtoras, pessoas e ao meio ambiente vantagens atraentes. Analisando duas obras de padrão e características construtivas semelhantes, porém, uma com plano gestor e outra sem, nota-se que a geração e disposição de resíduos na obra sem plano de gerenciamento foi 1,4 vezes maior do que na obra que possuía o plano. Quanto à questão econômica, nota-se que a obra com gerenciamento de resíduos tornou-se mais atrativa, pois fez-se necessária uma menor quantidade de matéria prima, além de gastos inferiores para remoção dos resíduos (TOZZI, 2006).

Muito se fala das perdas no setor construtivo e na maioria das vezes o conceito é associado unicamente aos desperdícios de materiais. Porém, as perdas englobam questões além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência do processo, seja por equipamentos, materiais, mão de obra ou até mesmo no projeto. Portanto, as perdas englobam desde desperdício de materiais, seja por utilização e armazenagem incorreta, mão de obra sem qualificação, retrabalho ou outras, basicamente toda tarefa desnecessária que não agrega valor a obra e geram custos adicionais. Estas perdas trazem não somente elevação de custo, devido ao processo de baixa qualidade, como também acaba gerando um produto final de qualidade abaixo do esperado (FORMOSO ET AL., 1997).

Na maioria das obras brasileiras observa-se que a falta de compatibilidade entre projetos, a mão de obra desqualificada, a falta de controle e inspeção das etapas da obra, os retrabalhos devido a falta de treinamento e qualificação dos funcionários, a inexistência de controle tecnológico ao receber os materiais, a falta

de logística dentro do canteiro de obras, entre tantos outros fatores fazem com que o padrão considerado normal da construção brasileira seja sem qualidade e desorganizado. Deve-se dia a dia buscar maneiras de evitar esta imperfeição do setor, para que se alcancem melhorias, reduzindo custos e aumentando a qualidade.

Segundo Formoso et al. (1997), as perdas podem ser classificadas como inevitáveis e evitáveis, onde as inevitáveis ou perda natural são as que correspondem a um nível aceitável, por exemplo, quando é preciso investir um montante maior do que aquele que você poupara evitando as perdas. As perdas evitáveis ocorrem quando os custos de ocorrência são notavelmente maiores que os custos de prevenção, podendo ser consequência de processos ineficientes, com baixa qualidade, tendo até mesmo os recursos empregados de forma inadequada.

No quadro 2 adaptado de Formoso et al. (1997), observa-se exemplos de perdas de acordo com sua natureza, momento de incidência e origem, o que acaba sendo uma grande realidade observada nos canteiros de obras pelo Brasil.

Natureza	Exemplo	Momento de incidência	Origem
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior a necessária para o intervalo de tempo de utilização	Produção	Planejamento: Falta de procedimento de controle
Substituição	Utilização de tijolos a vista em paredes que serão rebocadas	Produção	Suprimentos: Falta de material no canteiro por falha na programação de compras
Espera	Parada nos serviços devido a ausência de materiais	Produção	Suprimentos: Falha na programação de compras
Transporte	Transporte de materiais dentro do canteiro	Recebimento, Transporte, Produção	Gerência de obras: Falha no planejamento dos locais de estocagem
Processamento	Retrabalho, ter que refazer algum serviço por não ter atendido as especificações	Produção	Planejamento: falhas no sistemas de controle Recursos Humanos: falta de treinamento dos operários
Estoque	Perdas de materiais por estocagem incorreta	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimento quanto ao armazenamento correto
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento, devido a ausência de logística de um layout correto para o canteiro	Produção	Gerência de obra: falta de planejamento e controle da sequencia das atividades
Elaboração de produtos defeituosos	Desníveis na estrutura	Produção inspeção	Projeto: Falhas no sistema de formas utilizado

Quadro 2 – Exemplos de perda segundo sua natureza, momento de incidência e origem.
Fonte: Adaptado de Formoso et al. (p05, 1997).

Os dados sobre perdas de materiais disponíveis indicam que são bastante elevadas, existindo uma grande variabilidade de produtos e serviços que levam a elas. De toda forma, pode-se dizer que uma grande parcela das perdas são previsíveis e evitáveis através de medidas de prevenção relativamente simples, sendo, portanto, importante que o setor busque reduzir as perdas existentes, introduzindo novas tecnologias e métodos dentro do canteiro de obras a fim de alcançar resultados positivos em questões de qualidade e índices baixos de desperdício. (MIRANDA; ANGULO; CARELI, 2009).

Segundo Souza et al. (2004), ao se comparar a quantidade de material teoricamente necessária (QMT), com base em estudos e análises de otimização e qualificação dentro do canteiro de obras, e a quantidade realmente utilizada (QMR), pode-se determinar as perdas de materiais. Matematicamente, o seu cálculo percentual é feito de acordo com a equação 1:

$$\text{Perda (\%)} = \left[\frac{\text{QMR} - \text{QMT}}{\text{QMT}} \times 100 \right] \quad (1)$$

Só no que diz respeito a blocos cerâmicos e/ou concreto, Souza et al. (2004) afirma que ocorrem perdas por diversas formas, entre elas:

- Quebras durante o recebimento – por blocos de má qualidade, e procedimentos inadequados;
- Quebras durante a estocagem – falta de locais adequados para realizar a estocagem;
- Quebras durante o movimento entre estoque e utilização – meio de transporte inadequado;
- Quebras em blocos devido a recortes – recortes excessivos, blocos de baixa qualidade e processos ineficientes;

Segundo Sattler (2007) deve-se buscar um empreendimento ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito. Na teoria é perfeitamente viável aplicar o conceito em toda e qualquer construção por todo o país, pois traz inúmeros benefícios ao planeta, à sociedade, e às empresas, se comparado com o modelo construtivo da maioria das obras atualmente. Porém ainda esbarra em algumas dificuldades, e para que se torne realidade o setor de construção civil deve passar por uma mudança cultural, buscando principalmente

não deixar de lado a modernidade das construções, mas estabelecendo parâmetros sustentáveis em todas as etapas construtivas.

Com as diversas manifestações sobre a degradação do meio ambiente, de uma sociedade mais sustentável e um ambiente mais limpo para nossas gerações futuras, diversas construtoras e fabricantes de produtos, principalmente os do ramo da construção civil, estão se preocupando mais com uma produção mais limpa, sendo esta uma tática que não visa apenas uma melhoria e conservação do meio ambiente, mas que também propicie lucro com essa nova maneira de pensar em produção (MATTOSINHO E PIONORIO, 2009).

Kunkel (2009) nos traz que a produção mais limpa trata-se de uma tática, onde as empresas conseguiram diminuir seus custos com matérias-primas, recursos naturais, e também ocorrendo a diminuição de resíduos, o que se trata basicamente de uma ideia onde a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente vem como precursoras da ideia de Produção mais Limpa (P+L).

Previato (2012) corrobora que com uma produção mais limpa, menos resíduos são gerados, logo, ocorre o corte com custos no fim da construção, o que faz com que a empresa se torne cada vez mais sustentável e competitiva dentro do mercado.

Contudo, a minimização dos resíduos depositados da construção civil é a principal alternativa para reduzir o impacto ambiental, e conseqüentemente obter uma dinâmica mais sustentável. Assim, temos os 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), no qual vem como uma estratégia para atingir a ideia de uma produção em todo seu ciclo de uma forma mais sustentável (RAMOS 2012; CORREA 2009).

Ramos (2012) determina a sequência dos 3R's, a qual se inicia com o Reduzir. A este primeiro, o autor nos traz que inicialmente deve-se haver uma redução na produção de resíduos, onde, quanto menos se produz, menos lixo será formado. Já quanto ao segundo tema, Reutilizar, trata-se de reaproveitar resíduos e lixos em geral da construção civil de forma a colocá-los em uso novamente em algum processo da construção civil sem que ele sofra grandes transformações. Por fim o terceiro R, fala da reciclagem, algo que é de suma importância na atualidade, ao qual se refere a utilizar-se de um resíduo, passando por um processo que se utilize de energia, determinando um produto igual ou não ao que lhe originou.

O entulho poder ter diversas utilizações, servindo para substituir materiais normalmente extraídos do meio ambiente, ou até mesmo se tornando matéria-prima

para algumas etapas de obras convencionais, alcançando o padrão de qualidade esperado para edificação. Através da reciclagem de resíduos podem ser produzidos diversos materiais, como: areia, brita, além da utilização como aditivos em concreto (ANGULO, 2000).

Visando atingir a sustentabilidade no canteiro de obras e diminuir os riscos de impactos ambientais, além da redução de custos que se dá com um melhor aproveitamento e gestão dos materiais evitando perdas, são alguns dos fatores que tornam a reciclagem uma prática viável para o setor, e cada vez mais empregada (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001).

A redução de resíduos da construção civil é uma ação de grande importância para a sustentabilidade do meio ambiente e uma melhor produtividade das empresas produtoras destes resíduos, pois reduzindo os lixos formados pelas empresas produtoras de materiais para a construção civil, também se evita desperdícios e diminui o impacto ambiental com a retirada de matéria-prima e grande utilização de energia com essas retiradas (PREVIATO, 2012).

Ainda que a redução de resíduos na construção civil seja uma ação sempre concisa, trata-se de algo limitado, pois existem diversas impurezas na matéria prima, o que gera custo e uma grande utilização tecnológica, o que também pode causar desgastes ao meio ambiente (JOHN, 2000).

Por fim, denota-se a importância da redução de resíduos na construção civil, pois se diminui a agressão ao meio ambiente, ocorre a economia de lugares que são utilizados para depósitos destes entulhos, e conseqüentemente têm-se uma ação mais positiva em prol da sustentabilidade do planeta (PREVIATO, 2012).

4.5 RESÍDUOS CERÂMICOS

Dentro da classificação dos resíduos por meio da CONAMA 307/2002, têm-se os de classe A e dentro desta classe estão os que podem ser reutilizáveis e recicláveis tais como blocos, telhas, tijolos e placas cerâmicas. Esta classe é uma das mais representativas, tanto em massa como em volume, chegando a 50,8% e, 79,6%, respectivamente, do total de resíduos em uma determinada obra (MIRANDA; ANGULO; CARELI, 2009).

As perdas relacionadas a resíduos cerâmicos são significativas e presentes em praticamente todas as obras no Brasil, sejam de grande ou pequeno porte. Formoso et al. (1997), destaca em um estudo realizado com mais de vinte construtoras no estado do Rio Grande do Sul, que blocos cerâmicos furados têm em média 20,6% de perdas, isto considerando diferentes tipos e tamanhos de obras, chegando a 39,8% de perdas em algumas delas. Levando em consideração que os blocos cerâmicos furados representam apenas uma parte dos resíduos cerâmicos, fica evidente como é excessivo o índice de perdas neste tipo de resíduo.

Observando este alto índice de resíduos cerâmicos gerados, e sabendo que blocos, tijolos e telhas cerâmicas são largamente utilizados em obras no Brasil deve ser evitado que estes sejam simplesmente depositados no meio se tornando agravantes ambientais, e é fundamental buscar técnicas e procedimentos que permitam uma reutilização ou reciclagem dos mesmos, além de buscar processos que minimizem o desperdício.

Para o reaproveitamento dos resíduos cerâmicos, devido ao seu grande volume gerado devem ser priorizadas soluções de pequeno nível tecnológico, com isso um baixo custo de investimento. Devem ser buscados procedimentos racionais de dosagem e de controle de qualidade, buscando minimizar as perdas de forma que tenham pouca interferência nas atividades construtivas e possibilitem alcançar as especificações de qualidade final previstas para edificação (MIRANDA; ANGULO; CARELI, 2009).

4.6 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CERÂMICOS NA PAVIMENTAÇÃO DE QUADRAS EM SAIBRO

Segundo a Confederação Brasileira de Tênis – CBT, (2002) o tênis é um jogo inglês, que normalmente é jogado em quadras abertas com três principais tipos de superfícies, sendo elas: Saibro (argila vermelha); Grama; e *Hardcourt* (piso duro, podendo ser de: cimento, borracha sintética, carpete ou lama asfáltica). De acordo com o tipo de piso varia-se a velocidade da bola, e com isso conseqüentemente a do jogo.

Quem regulamenta a prática do esporte no Brasil é a CBT – Confederação Brasileira de Tênis (2002), e as dimensões oficiais da quadra representadas na figura 1, são as seguintes:

Comprimento: 23,77 metros;

Largura: 8,23 metros para prova de simples;

10,97 metros para prova de duplas;

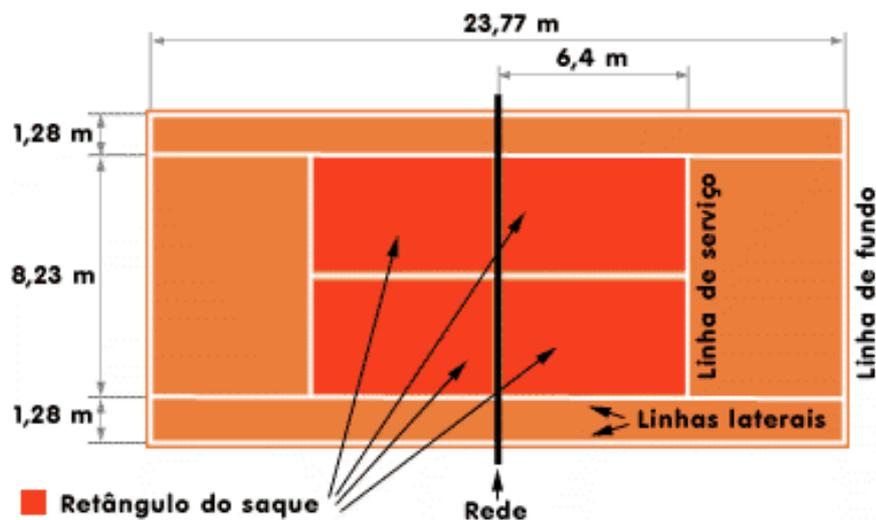


Figura 1- Planta baixa de uma quadra em saibro com as dimensões oficiais.
Fonte: Barret (2013)

Ainda segundo a CBT, a quadra deve:

ser dividida ao meio por uma rede suspensa através de uma corda ou cabo metálico, e ser suspensa por dois postes numa altura de 1,07m. A rede deve estar completamente estendida de modo que não haja espaço entre os dois postes da rede e ter uma malha suficientemente pequena para que a bola não passe através dela. A altura da rede no centro da mesma deve ser de 0,914m, a qual deve estar presa no centro por uma faixa. Uma banda deve tapar a corda metálica ou o cabo do topo da rede. A faixa e a banda da rede devem ser completamente da cor branca.

As quadras em saibro ou de terra batida, como são conhecidas, são constituídas basicamente por terra compactada e camadas de saibro com uma fina camada de pó de argila vermelha cobrindo a quadra superficialmente. É normalmente uma mistura de pedra, areia e argila (BARRETT, 2013).

Segundo a Sport Brasil – Engenharia esportiva (2010), líder no mercado brasileiro em construção e restauração de quadras de tênis, a construção de quadras em saibro requer alguns cuidados. Os primeiros cuidados estão no terreno, que deve ser plano, bem compactado e de preferência de composição argilosa.

Deve ser feito inicialmente uma moldura com blocos de cimento e cinta de concreto na medida da quadra, formando uma base para a mesma, devendo ter aproximadamente 30 centímetros de altura. No fundo dessa moldura pode ser espalhada uma camada de 20 centímetros de altura de cacos de tijolo ou outro material com função de base, como brita, por exemplo, e deve ser muito bem compactada com a ajuda de água. Após a devida compactação vem uma camada de 20 centímetros de saibro misturado com argila e terra vermelha, de forma que seja preenchido os vazios do saibro. Depois de devidamente compactada, esta abaixa para em média 14 centímetros. Por fim, espalha-se o pó de cerâmico (podendo ser de blocos ou telhas), o que facilita a movimentação dos jogadores. Deve-se prever caimento de 0,5% nas laterais. A quadra deve ser constantemente molhada, mantendo a superfície fofa e não permitindo fissuras pelo ressecamento do material.

A figura 2 demonstra o esquema das camadas que formam uma quadra de tênis em saibro. O esquema pode sofrer algumas variações, porém a base raramente é alterada.

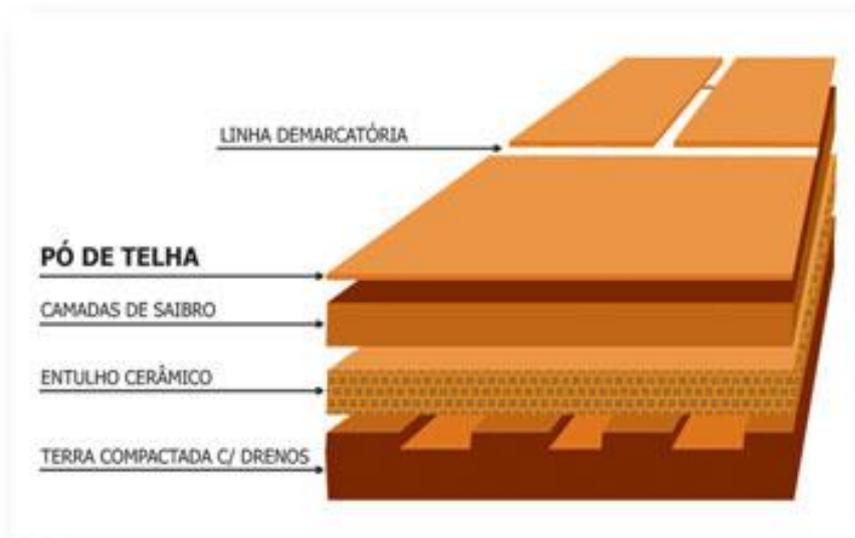


Figura 2 - Esquema em corte das camadas que constituem a quadra em saibro.
Fonte: Pó Piacentini – Cobertura para quadra em saibro (2011).

Os resíduos cerâmicos, provenientes de perdas em obras ou até mesmo de lotes defeituosos, que não servem para a construção civil, podem ser triturados em

uma granulometria ideal a fim de serem utilizados como camada superficial em quadras de tênis em saibro.

Conforme explica a Sport Brasil – Engenharia esportiva (2010), esta camada auxilia na prática do esporte, pois facilita e possibilita aos atletas deslizarem para chegar com maior velocidade à bola, tornando-se fundamental para o andamento do jogo. Sem esta camada que cobre toda a área da quadra a superfície se torna imprópria para a prática do esporte.

5 MATERIAIS E METODOS

As etapas experimentais do trabalho foram conduzidas de forma a obter a caracterização do resíduo cerâmico triturado e analisar a satisfação dos usuários de quadras de tênis com o uso deste resíduo.

A figura 3 apresenta um fluxograma metodológico das etapas que serão realizadas durante a execução do estudo.

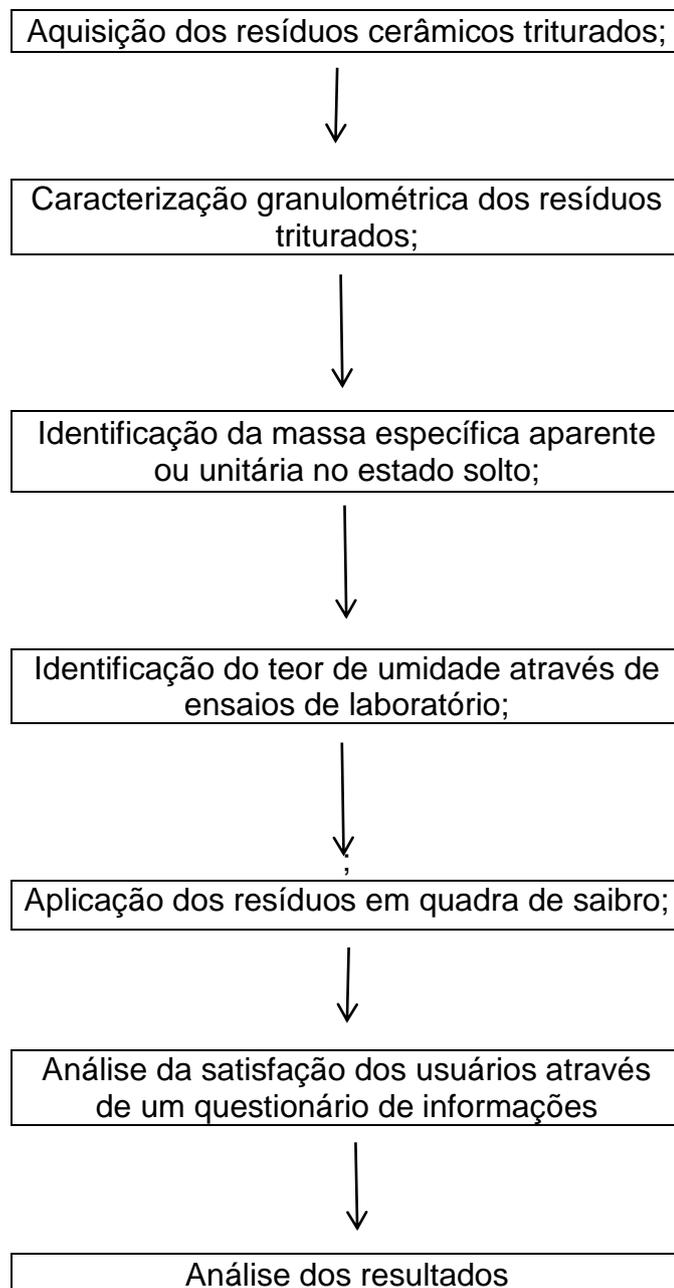


Figura 3 - Fluxograma Metodológico.

Para elaboração do trabalho foram adquiridos 300 kg de resíduo cerâmico já triturado, para que se fizesse um estudo e caracterização deste através de ensaios laboratoriais.

Com esta amostra adquirida, foram realizados determinados ensaios no Laboratório de Ensaios Tecnológicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, sendo que estes serão detalhados ao decorrer deste capítulo.

O material estudado foi aplicado como uma camada superficial de aproximadamente $2,5 \text{ kg/m}^2$ por toda a área de duas quadras de tênis do clube “Tênis Place Academia”, localizada na Avenida Goioere nº 700, na cidade de Campo Mourão – Paraná, para que sua qualidade fosse analisada por alguns determinados fatores. O primeiro deles levou em conta o intervalo de tempo necessário de reaplicação deste material na quadra, levando em contas as condições climáticas e também o constante uso da quadra. O segundo fator, foi analisado através da aceitação dos usuários, esta foi por meio de um questionário de satisfação que segue disponível no apêndice A. Este questionário foi baseado em questões sobre a prática do esporte, se com o resíduo aplicado, de alguma forma foi prejudicada ou alterada a prática do jogo, se a velocidade do jogo foi modificada, assim como questões sobre alguma facilidade encontrada com o material aplicado na quadra.

Foram aplicados ao todo 30 questionários, sendo que as questões deste foram todas objetivas com níveis de qualificação (ótimo, bom, regular, fraco e insatisfatório) para que com estes dados fosse possível analisar o nível de aceitação ou não aceitação dos usuários.

De posse de todos os resultados, foi feita uma análise sobre a viabilidade da aplicação de resíduos cerâmicos para pavimentação de quadras em saibro, considerando o período de reaplicação e aceitação dos usuários.

5.1 AQUISIÇÃO DOS RESÍDUOS CERÂMICOS TRITURADOS

Foram adquiridos 300 kilogramas de resíduo cerâmico triturado, sendo que este era constituído de diversos lotes de telhas cerâmicas. Dentro destes lotes existiam alguns que foram queimados durante a fabricação e não teria utilidade no setor construtivo, outros eram lotes que foram quebrados durante a estocagem ou transporte e também eram descartáveis pelo consumidor final. Foi utilizado apenas material cerâmico proveniente de telhas, pois se observou que tijolos esfarelam mais, o que não é interessante para a produção do produto, pois este material com maior índice pulverulento acaba apresentando um maior índice de perdas, tanto durante a estocagem quanto durante a aplicação. O fato dos tijolos terem esta propriedade (de maior esfarelamento) pode ser proveniente da argila utilizada durante a produção.

A máquina utilizada para o processo de trituração foi uma do tipo “moinho de martelos”, conectada a um motor de 10 Cavalos, sendo que a capacidade de produção não foi mensurada. Após o processo de trituração o material passa por peneiramento por uma malha de #4,75 mm para que as partículas menores que esta forme a composição do produto e as que fiquem retidas voltem ao processo e sejam novamente trituradas.

5.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO

O objetivo do ensaio consiste, em classificar o resíduo cerâmico devidamente triturado, caracterizando o material quanto ao tamanho e à distribuição das suas partículas. Além de classificar as partículas de uma amostra pelos respectivos tamanhos, a granulometria é um método que permite medir as frações correspondentes a cada tamanho, assim como determinar o módulo de finura (M.F.) e a dimensão máxima característica da Curva Granulométrica (D.M.C), permitindo a comparação do material com outros especificados em normas.

Buscou-se comparar o resíduo cerâmico triturado com agregados miúdos, devido à proximidade do seu módulo de finura e diâmetro máximo característico, proximidade esta que ficou comprovada através da realização do ensaio, descritos no decorrer deste capítulo. Sendo assim todo o ensaio foi baseado em normas brasileiras para agregado miúdo, desde a forma de coleta da amostra, até a posterior análise e classificação pelo seu módulo de finura.

Segundo o Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, através do DNER-PRO 120 (1997), em uma norma que fixa o procedimento para a coleta de amostras de agregados, indica que esta é de fundamental importância para a representatividade do ensaio, devendo-se sempre tomar todos os cuidados necessários para que a amostra de fato represente o material com suas reais condições e natureza. O mesmo cita ainda que a amostra final, da qual o ensaio será realizado, deve ser formada por diversas amostras parciais, retiradas de diversos pontos do montante, de forma que se busque representar de maneira fiel a média as características do produto.

Para agregados miúdos, a amostra destinada à ensaios de caracterização (granulometria e massa específica) deve ser de 20 kg no mínimo, valor proveniente da redução da amostra total coletada em campo (DNER-PRO120, 1997). No caso do ensaio para o resíduo cerâmico em forma de pó, foi utilizado 30 kilogramas, mais do que o mínimo sugerido, correspondendo a 10% do total do produto fabricado.

A Dimensão Máxima Característica (D.M.C), é definida de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 7211 (2009, p.03), como:

Grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5 % em massa.

Oliveira (2007) afirma que, quando o DMC estimado é menor do que 4,8 mm a amostra mínima para ensaio é de 500 gramas. Porém, cabe-se ressaltar que quanto menor a amostra maior a possibilidade de se perder as menores partículas do produto, por isso para o ensaio com o material cerâmico foram determinadas amostras de 1 kilograma, conforme prescrito no ensaio denominado “Determinação da Composição Granulométrica do Agregado Miúdo”.

O Módulo de Finura (M.F.) é definido como a soma das porcentagens retidas acumulada nas peneiras série normal, sendo esta em massa do agregado, dividida por 100 (NBR 7211 p. 04, 2009). Oliveira (2007) cita que o módulo de finura é uma grandeza adimensional e por isso sempre deve ser apresentada com aproximação de duas casas após vírgula.

Para realização do ensaio se faz necessário entender sobre as peneiras, e estas são descritas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 7211 (2009, p.03), através do seguinte quadro:

Série Normal	Série Intermediária
75 mm	-
-	63 mm
-	50 mm
37.5 mm	-
-	31.5 mm
-	25 mm
19 mm	-
-	12.5 mm
9.5 mm	-
-	6.3 mm
4.75 mm	-
2.36 mm	-
1.18 mm	-
600 µm	-
300 µm	-
150 µm	-

**Quadro 3 – Conjunto de peneiras das séries normal e intermediária (abertura nominal).
Fonte: NBR 7211(p03, 2009).**

Os resíduos cerâmicos em forma de pó passaram por processo de peneiramento no Laboratório de Ensaios Tecnológicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, utilizando uma série de peneiras denominada normal, série esta que é composta pelas seguintes peneiras:

- [(4,75,2,36 1,18 0,6 0,3 0,15) mm e fundo].

Esta série de peneiras está descrita em norma conforme o quadro 3, sendo utilizada para os denominados agregados miúdos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 7211 (2009, p.03) ainda classifica agregado miúdo como:

Agregado cujo grãos passam pela peneira com abertura de malha 4,75 mm ressaltado os limites estabelecidos pela tabela 2 (...)

Os limites de material retido na peneira 4.75 mm citados na norma NBR 7211, em uma tabela denominada “Limites da distribuição granulométrica do agregado

miúdo” variam de 0 à 5 em porcentagem de massa, na chamada zona ótima. Esta zona apresenta módulo de finura entre 2,20 e 2,90. É importante lembrar que o módulo de finura do material cerâmico em estudo apresentou valores próximos da zona ótima do agregado miúdo.

Para realização do ensaio da determinação da granulometria, seguiu-se o roteiro descrito no “Manual de aulas práticas de materiais de construção”, da UTFPR de Campo Mourão no ensaio denominado “Determinação da Composição Granulométrica do Agregado Miúdo”. Texto este formulado com base na NBR 7217 (Mar/1987), e para sua execução foram necessários os seguintes materiais:

- Resíduo cerâmico triturado. Foram utilizadas amostras que representam 10% do lote total (fotografia 1);



Fotografia 1 - Residuo Cerâmico Triturado

- Série de peneiras denominada normal [(4,75; 2,36; 1,18; 0,6; 0,3; 0,15) milímetros e fundo], conforme representada na fotografia 2;



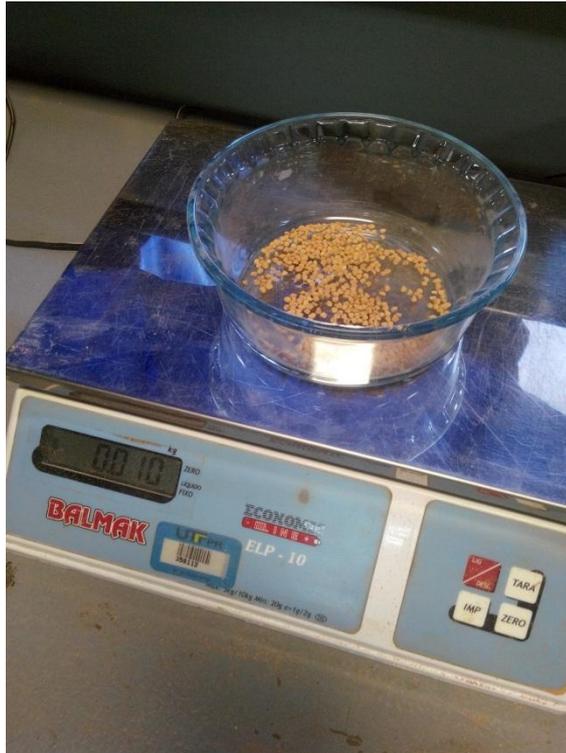
Fotografia 2 - Série de peneiras normal.

- Para garantia de peneiramento completo foram utilizados dois métodos: por peneirador automático (Fotografia 3) disponível no laboratório da Universidade e peneiramento manual final;



Fotografia 3 - Série de peneiras normal montada no peneirador automático.

- Balança com capacidade mínima de 1 kilograma e sensibilidade de 1 grama (fotografia 4) ;



Fotografia 4 - Balança sendo utilizada durante o ensaio.

Com os materiais organizados e preparados iniciou-se o procedimento, sendo que a primeira etapa consiste em tomar a amostra para o ensaio. Como foram produzidos cerca de 300 kilogramas de resíduo cerâmico triturado, optou-se por fazer 30 amostras, com 1 kilograma cada, representando 10% do lote. Os motivos para essas escolhas já foram descritos neste capítulo.

A amostra utilizada para o ensaio seguiu os padrões normativos da NBR NM 27 (2001), que tem por objetivo estabelecer as condições exigíveis na redução da amostra de agregado formada no campo para laboratório. A norma apresenta três métodos para realizar esta redução. Foi escolhido o método C, pela disponibilidade de equipamentos para fazer o mesmo.

Para realização do mesmo, foram utilizados:

- Pá;
- Colher de pedreiro;
- Formas para estocar as amostras;
- Lona;
- Recipientes para a pesagem em balança de precisão.

O método consiste em primeiramente depositar a amostra de campo do agregado (neste caso o resíduo cerâmico em forma de pó) em uma superfície plana

e rígida (no caso do trabalho o material foi depositado sobre uma lona para evitar perdas e contaminação da mesma, conforme a fotografia 5). O segundo passo foi buscar a homogeneização da mistura, revolvendo-a por completo por pelo menos três vezes (representado na fotografia 6). Na última vez em que o material estava sendo revolvido, buscou-se a formação de um cone, utilizando a pá para auxiliar na formação deste e posteriormente achatá-lo. O material cerâmico passando por esse processo de formação de cone e posterior achatamento está representado na fotografia 7. Por fim para formou-se a amostra que foi utilizada para o ensaio laboratorial, sendo que esta foi proveniente de cinco amostras parciais, com massas aproximadamente iguais, retiradas de pontos diferentes do cone, pontos estes escolhidos ao acaso, de maneira que sempre se busque uma melhor representação da amostra, conforme descrito no método C da NBR NM 27.



Fotografia 5 - Deposição do resíduo cerâmico em uma lona disposta sobre superfície rígida.



Fotografia 6 - Material cerâmico sendo misturado, buscando a homogenização.



Fotografia 7 - Formação do cone com parte superior achatada.

No laboratório foi espalhada sobre uma lona 100 kilogramas (2 sacos) da amostra de campo, e feito todo o procedimento anteriormente citado. Destes 100 kilogramas iniciais foram retiradas 10 amostras de 1 kilograma cada. Cada vez que se retirava uma amostra por completo, era pesado para garantir que se alcance o peso (em massa) desejado para o ensaio, conforme ilustrada na fotografia 8. Após isso o material era novamente revolvido, fazendo o procedimento por completo para retirar a nova amostra. Isto foi repetido dez vezes até se alcançar as amostras

desejadas, sendo que o restante do material que ficou na lona não sendo utilizado como amostra de ensaio, foi devolvido em sua embalagem de origem (Fotografia 9).



Fotografia 8 - Balança com a amostra de exatamente 1000 gramas.

É importante citar que foi descontado o peso da forma, para que não interferisse na quantia da amostra.



Fotografia 9 - Material não utilizado para amostra sendo devolvido em sua embalagem.

Este procedimento foi repetido três vezes, para que se atingissem assim os 300 kilogramas e as 30 amostras, sempre depositando 100 kilogramas de cada vez e retirando 10 amostras destes. O procedimento foi realizado buscando alcançar uma amostra que representasse da melhor forma as características deste produto em estudo.

O ensaio para caracterização granulométrica foi realizado através das seguintes etapas:

1. Realizou-se a separação das amostras que foram colhidas conforme explicado anteriormente, depositando-as em formas sempre atentando para que tivessem exatamente 1 kilogramas (Fotografia 10);



Fotografia 10 - Modelo das amostras e formas utilizadas para armazenamento.

2. Com as amostras prontas montou-se a série normal de peneiras (conforme descrita anteriormente nos materiais) juntamente com o fundo, observando a ordem que estas devem seguir, conforme representada na fotografia 11;



Fotografia 11 - Série de peneiras normal devidamente montadas.

3. A amostra foi peneirada através da série normal, a fim de promover a separação de seus grãos formadores, possibilitando a classificação desta (Fotografia 12);



Fotografia 12 - Amostra sendo colocada na série de peneiras.

4. O peneiramento foi realizado de forma contínua, sendo utilizadas duas etapas. Na primeira o conjunto de peneiras com o resíduo cerâmico ficou

no peneirador automático por cerca de oito minutos (Fotografias 13 e 14). A segunda utilizou-se peneiramento manual, buscando garantir a eficiência para o estudo (Fotografias 15 e 16);



Fotografia 13 - Série de peneiras sendo colocada no peneirador automático.



Fotografia 14 - Preparativos para iniciar o peneiramento com o equipamento.



Fotografia 15 - Peneiramento manual após o mecânico, visando otimizar o ensaio.



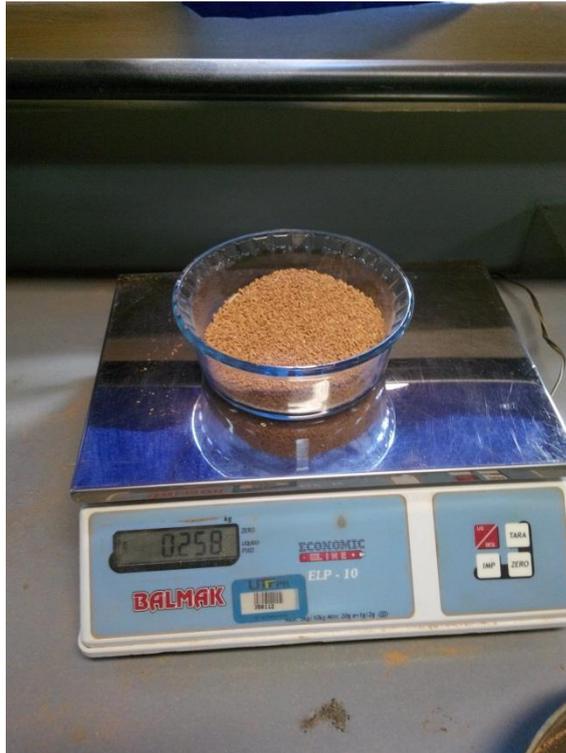
Fotografia 16 - Limpeza das partículas que ficam presas na peneira utilizando escova, para que não se altere significativamente a amostra.

O peneiramento manual foi realizado utilizando um conjunto formado por uma peneira agrupada com o fundo, sendo que a ordem era da peneira de maior abertura

para a de menor. O início do processo é com a peneira de 2,36 mm (pois em nenhum dos casos a peneira de 4,75 mm teve material retido que precisasse de peneiramento manual) e o fundo. Realizam-se movimentos conforme ilustrado na fotografia 15, de forma que o material retido nesta peneira, que possuir granulometria menor que a malha em questão, seja transferido para o fundo. O material que se deposita no fundo é transferido para a peneira seguinte, neste caso a 1,18 mm, e o material que permaneceu retido passa por pesagem, sendo este o que compõem a porcentagem de massa dessa peneira na amostra. Com a peneira de 1,18 mm agrupada com o fundo repete-se o mesmo procedimento, sendo depositado o material transferido da malha para o fundo na peneira da sequência. O procedimento é feito com todas as peneiras da série, tendo fim com a peneira de malha 0,15 mm sendo agitada manualmente com o fundo, o material retido representa a massa desta peneira, e o restante representa a porção mais pulverulenta da amostra, denominada como a massa retida no fundo.

É necessário fazer a limpeza da peneira com a escova para que não se perca uma quantidade considerável de massa do resíduo cerâmico. As partículas que ficavam presas eram somadas na pesagem daquela peneira, pois o diâmetro delas não permitiu que estas avançassem para a próxima.

5. O material retido em cada peneira e no fundo foi separado e pesado (Fotografias 17, 18 e 19);
6. As pesagens foram realizadas com aproximação de 0.1% do peso da amostra;



Fotografia 17 - Pesagem das amostras retidas em cada peneira;



Fotografia 18 - Material sendo retirado da peneira para passar por pesagem.



Fotografia 19 - Pó cerâmico sendo depositado em recipiente adequando para pesagem.

Para que se tivesse uma melhor visibilidade da variabilidade granulométrica da amostra, separou-se a quantidade retida em cada peneira de uma determinada amostra, conforme apresentado na fotografia 20. A imagem mostra as peneiras em ordem decrescente da esquerda para direita sendo: [(4,75; 2,36; 1,18; 0,6; 0,3; 0,15) milímetros e fundo] respectivamente. Com a imagem pode ser notado que retirando-se as duas primeiras peneiras (4.75mm e 2.36mm) as demais apresentam porções significativas e não muito distintas umas das outras.



Fotografia 20 - Resíduos Cerâmicos triturados e separados de acordo com a granulometria.

A fotografia 21 e 22 foram tiradas de lados opostos para possibilitar um melhor detalhe dos grãos da amostra.



Fotografia 21 - Detalhe das porções retidas em cada peneira de uma determinada amostra.



Fotografia 22 - Divisão granulométrica de uma das amostras.

Após realizar o peneiramento e pesar as quantias retidas deve ser preenchida uma tabela semelhante à tabela 1, a qual é apresentada a seguir. Esta tabela foi adaptada de um estudo de Oliveira (2007). Foi preenchida uma tabela semelhante a esta para cada uma das 30 amostras, para que se pudesse confrontar e analisar os resultados.

Com a tabela devidamente preenchida pode ser calculada a Dimensão Máxima Característica (DMC), cálculo este feito de acordo com as orientações da NBR 7211 (2009, p.03), citado no início deste capítulo. O DMC é caracterizado pela peneira com uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa.

Também foi realizado o cálculo do Módulo de Finura (MF), sendo que este também é descrito na NBR 7211 (p. 04, 2009), e é definido como a soma das porcentagens retidas acumulada nas peneiras série normal, sendo esta em massa do agregado, dividida por 100.

Tabela 1. Pesos e porcentagens das amostras retidas em cada peneira.

PENEIRA #	PESO RETIDO (g)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA
4,8 mm	Peso retido na # 4,8mm	Peso retido x 100 Total	% Retida
2,4 mm	Peso retido na # 2,4 mm	Peso retido x 100 Total	% Ret. Acum. Anterior +% Retida
1,2 mm	Peso retido na # 1,2 mm	Peso retido x 100 Total	% Ret. Acum. Anterior +% Retida
0,6 mm	Peso retido na # 0,6 mm	Peso retido x 100 Total	% Ret. Acum. Anterior +% Retida
0,3 mm	Peso retido na # 0,3 mm	Peso retido x 100 Total	% Ret. Acum. Anterior +% Retida
0,15 mm	Peso retido na # 0,15 mm	Peso retido x 100 Total	% Ret. Acum. Anterior +% Retida
Fundo	Peso retido no fundo	Peso retido x 100 Total	% Ret. Acum. Anterior +% Retida
Total	Somatório = peso da mostra	100 %	-

Fonte: Adaptado de Oliveira(p04, 2007).

De posse do módulo de finura da amostra de agregado este pode ser classificado de acordo com o quadro 4 apresentado abaixo.

Agregado	Módulo de Finura
Muito Grosso	$MF \geq 3,90$
Grosso	$3,30 \leq MF < 3,90$
Médio	$2,40 \leq MF < 3,30$
Fino	$MF < 2,40$

Quadro 4. Classificação do agregado miúdo de acordo com o seu módulo de finura.

Fonte: NBR NM 248 (2003)

5.3 DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE OU UNITÁRIA NO ESTADO SOLTO

Este ensaio está descrito de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 7251 (Abr/1982, p.01/04). O ensaio tem por objetivo prescrever o modo de procedimento para a determinação da massa específica aparente ou unitária no estado solto em agregados miúdos. Para sua realização se fez necessário o uso dos seguintes materiais:

- Balança com capacidade mínima de 1 kilograma e sensibilidade de 1 grama;
- Recipiente paralelepípedo (volume do recipiente 3 dm³);



Fotografia 23 - Recipiente paralelepípedo com volume de 3 dm³ cheio de água para confirmação do volume.

- Estufa (105 a 110 °C);
- Pá / concha;



Fotografia 24 - Concha utilizada no ensaio.

- Régua;



Fotografia 25 - Esquadro utilizado para alisar a superfície da forma.

Com todos os materiais devidamente preparados e dispostos sobre a bancada, utilizou-se o procedimento de ensaio sugerido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 7251 (mar/1982), que consistiu nos seguintes passos:

1. Preparou-se uma amostra de ensaio com uma quantia aproximadamente 3 vezes maior do que a necessária, isto de acordo com o volume do recipiente. Para isto foi seguido os padrões normativos da NBR NM 27 (2001), que tem por objetivo estabelecer as condições exigíveis na redução da amostra de agregado formada no campo para laboratório. Assim como para granulometria foi utilizado o método C que está descrito no início deste capítulo (fotografia 26).



Fotografia 26 - Amostra de resíduo cerâmico utilizada no ensaio.

2. A amostra passou por secagem em estufa por um período de 24 horas;
3. O recipiente foi preenchido por meio de uma concha, sendo o agregado lançado de uma altura de 10 a 12 cm do topo do recipiente conforme demonstrado nas fotografias 27 e 28;



Fotografia 27 - Início do procedimento para determinação de massa específica aparente.



Fotografia 28 - Lançamento do resíduo cerâmico com uma altura de 15 cm da borda.

4. A superfície foi alisada com uma régua tomando como limite as bordas da caixa conforme as fotografias 29 e 30 (foi rasado o recipiente);

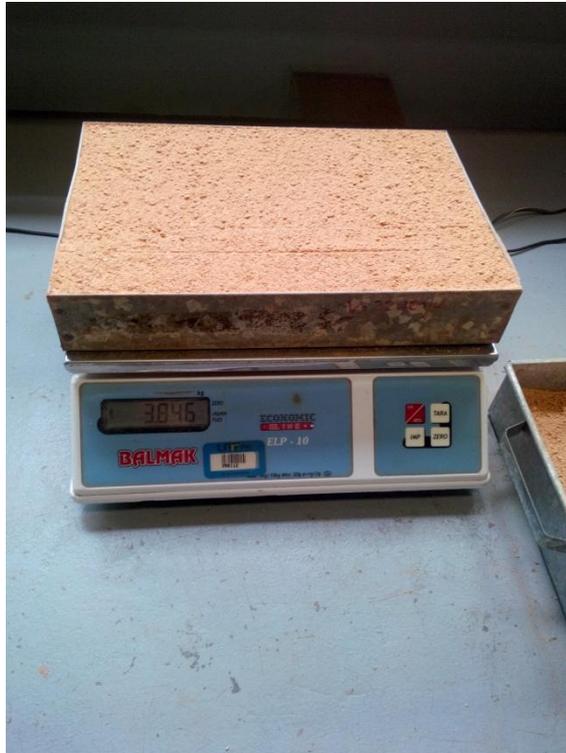


Fotografia 29 - Alisamento da superfície com auxílio de um esquadro.



Fotografia 30 - Superfície rasada.

5. O recipiente foi pesado (quilogramas) com o material nele contido (fotografia 31), sendo que a massa do agregado (M_a) é a diferença entre este e do recipiente vazio;



Fotografia 31 - Pesagem da massa do agregado.

6. Durante a execução do ensaio foram tomados os cuidados necessários com a caixa (recipiente) para que não ocorresse a segregação das partículas devido a batidas ou trepidações na mesma, bem como com o agregado lançado (derramando da concha para a caixa);
7. Este procedimento foi repetido por três vezes, conforme sugere a norma, para que se observasse a variação entre elas.

A massa específica aparente no estado solto da amostra foi obtida através do valor médio dos pesos destas três amostras dividido pelo volume do recipiente utilizado. Sendo que para determinar o volume do recipiente seguiu-se o procedimento descrito na NBR 7251 (Abr/1982, p.01/04), que sugere encher o recipiente com água em temperatura ambiente para desta maneira determinar o volume do mesmo.

Os valores individuais de cada amostra não podem variar mais que 1 % do valor médio.

5.4 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE SUPERFICIAL EM AGREGADOS MIÚDOS PELO MÉTODO DA ESTUFA

O ensaio em questão não é normatizado pela ABNT, porém sua realização é prática, usual e oferece dados confiáveis. O ensaio é descrito em diversos Manuais de Aulas de Laboratórios entre eles em um estudo de Oliveira e Araújo (2013) para a Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Para a realização do ensaio se faz necessário o uso dos seguintes materiais:

- Balança com capacidade mínima de 1 kilograma e sensibilidade de 1 grama;
- Estufa com temperatura em torno de 100°C;



Fotografia 32 - Estufa do Laboratório de ensaios tecnológicos.

- Forma metálica (vasilhame);
- Espátula;



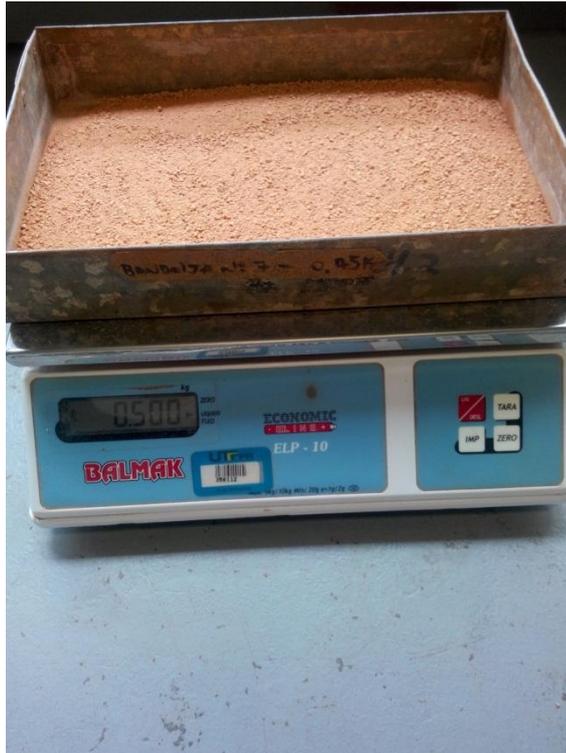
Fotografia 33 - Espátulas.

- Luvas;



Fotografia 34 - Luvas.

- 500 gramas de resíduo cerâmico em seu estado natural.



Fotografia 35 - Amostra do resíduo cerâmico em estado natural.

Com todos os materiais devidamente preparados e dispostos sobre a bancada, utilizou-se o procedimento de ensaio sugerido pelo “MANUAL DE AULAS PRÁTICAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO” do Laboratório de Ensaios Tecnológicos da UTFPR – Campus Campo Mourão, e foram seguidos os seguintes passos:

1. Colocou-se a amostra do resíduo cerâmico triturado na forma metálica e realizou-se a pesagem, lembrando que foi descontando a tara da forma obtendo assim o que foi denominado como peso inicial (P_i) do resíduo em forma de pó (500 gramas);
2. Tomando as precauções necessárias e utilizando as luvas de proteção, foi levada a forma com o resíduo cerâmico triturado para a estufa, onde o conjunto permaneceu por 24 horas, visando obter a constância da massa;
3. Após as 24 horas a forma foi retirada da estufa;
4. Foi esperado para que o conjunto esfriasse em temperatura ambiente;

5. Realizou-se a pesagem do conjunto com o agregado seco e novamente descontado a tara da forma para que desta maneira se alcançasse o que foi denominado como peso final (P_f).

De posse dos valores " P_i " e " P_f " pode-se calcular a umidade com a equação 2:

$$H = \frac{(P_i - P_f)}{P_f} \times 100 \quad (\%)$$

Onde H é o teor de umidade (%) da amostra, " P_i " é o peso inicial da amostra ou peso do agregado úmido (em torno de 500 gramas) e " P_f " é o peso final da amostra ou peso do resíduo cerâmico seco.

5.5 APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS EM QUADRA DE SAIBRO

Depois de realizar a caracterização do resíduo cerâmico, realizou-se a aplicação do mesmo em uma quadra de tênis em saibro localizada na cidade de Campo Mourão – PR. As quadras estão localizadas em um clube de tênis "Tênis Place Academia", na avenida Goioere nº 700. O material foi aplicado na quadra para que tivesse seu rendimento avaliado por determinados fatores.

Como a função da camada é apenas uma pavimentação superficial que possa proporcionar facilidade em movimentos da prática do esporte, observou-se que para isso foi necessário uma camada de aproximadamente 2,5 kg/m², espalhado por toda a área da quadra. Essa quantidade pode variar de acordo com as condições que a quadra apresentar e também a manutenção que esta recebe. Como no clube estas passam por tratamento diário, apresentavam boas condições o que gerou uma maior facilidade para aplicação do resíduo.

Foi constatada que sem essa camada superficial que possibilite o movimento de "deslize" fica inviável a prática do esporte, pois utilizando apenas o saibro, a superfície da quadra se torna mais áspera e acaba impedindo a movimentação necessária do atleta e até mesmo a realização de determinadas jogadas. Sendo assim é fundamental a aplicação desta camada superficial, que normalmente é de origem argilosa para que não se perca as cores originais da quadra. O proprietário

do clube informou que a manutenção deve ser constante, e não se pode deixar a quadra sem essa camada, pois isso pode até mesmo gerar lesões nos atletas.

Para a correta aplicação deste resíduo na quadra, seguiu-se o seguinte procedimento:

1. O primeiro passo foi umedecer a superfície da quadra, de forma que não se encharcasse, facilitando apenas a aderência do material aplicado, buscando evitar que as menores partículas se perdessem (fotografia 36).



Fotografia 36 - Umidificação da superfície da quadra.

2. Utilizou-se 100 kilogramas do material em cada quadra, sendo depositado um saco de 50 kilogramas em cada lado desta, assim como representado na fotografia 37. Retirou-se o produto do saco depositando este em uma parte da quadra para que fosse posteriormente espalhado de forma uniforme por toda a superfície (fotografia 38).



Fotografia 37 - Material sendo depositado para posterior aplicação.



Fotografia 38 - Resíduo cerâmico sendo retirado da embalagem.

3. Com o auxílio de uma pá espalhou-se o material por toda a superfície da quadra, e também partes laterais que são utilizadas durante a

partida, conforme explicito nas fotografias 39, 40 e 41. A fotografia 42 representa a quadra no instante após a aplicação do resíduo.



Fotografia 39 - Início do processo de aplicação do resíduo.



Fotografia 40 - Aplicação em área externa à quadra.



Fotografia 41 - Aplicação do resíduo na quadra.



Fotografia 42 - Superfície da quadra logo após a aplicação do resíduo.

4. Após aplicar o resíduo em toda superfície, deve-se passar o denominado “escovão”, material típico e normalmente utilizado em quadras de saibro. Este faz parte do dia a dia da manutenção da quadra sendo que a principal função dele é “varrer” toda a área em que foi aplicado o resíduo (ou outro material que seja utilizado como camada superficial), visando uniformizar o mesmo preenchendo todos

os espaços. As fotografia 43, 44 e 45 demonstram como foi feito este procedimento. É importante ressaltar que deve ser passado o escovão nas duas direções da quadra.



Fotografia 43 - Uniformização do resíduo com o “escovão”.



Fotografia 44 - Quadra em processo de Homogeneização



Fotografia 45 - “Escovão” sendo passado nas duas direções da quadra.

A fotografia 46 representa a quadra após a realização deste procedimento.



Fotografia 46 - Quadra após a varredura com o “escovão”.

5. Após uniformizar a camada de resíduo cerâmico triturado com o “escovão”, deve-se realizar a limpeza das faixas delimitadoras da quadra, e esta é feita com uma vassoura comum conforme representado nas fotografias 47 e 48.



Fotografia 47 - Limpeza das faixas delimitadoras da quadra.



Fotografia 48 - Fim do processo de limpeza das faixas

A fotografia 49 representa a quadra todo o processo de aplicação do resíduo, homogeneização com o escovão e limpeza das faixas.



Fotografia 49 - Quadra com o resíduo aplicado.

6. Por fim deve-se deixar umedecida toda a superfície da quadra, sempre evitando o excesso, a água será apenas para evitar que o vento leve facilmente as pequenas partículas, e também deixar a quadra mais macia e com um visual mais agradável. As fotografias 50 e 51 demonstram esse processo.



Fotografia 50 - Quadra sendo molhada após a aplicação do resíduo.



Fotografia 51 - Fim do processo de preparação da quadra para o prática do esporte.

Depois da realização de todo este procedimento, a quadra está apta para à prática do esporte. Este procedimento por completo leva em torno de 40 minutos. A aparência da quadra já apta para receber uma partida fica conforme representado na fotografia 52.



Fotografia 52 - Quadra apta para a prática do esporte.

5.6 ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS ATRAVÉS DE UM QUESTIONÁRIO DE INFORMAÇÕES

Para que se tivesse uma dimensão da aceitação ou não do produto foi proposto um questionário de satisfação. Este questionário foi baseado em questões sobre a prática do esporte, como: a reação dos atletas perante a aplicação do produto; perceptível alteração em movimentos típicos do jogo, tais como o de “deslize”; dificuldades na realização dos movimentos; alteração no desgaste físico durante o partida e; facilidade com a aplicação do mesmo.

As perguntas do questionário foram todas objetivas com níveis de qualificação (ótimo, bom, regular, fraco e insatisfatório) para que com estes dados fosse possível analisar o nível de aceitação dos usuários. Foram aplicados 30 questionários aos alunos do clube com diferentes idades e diferentes experiências na prática do esporte, proveniente do tempo que o executavam. Essa escolha de alunos com idades e experiências diferentes justifica-se pelo fato de buscar uma amostra diversificada, de maneira que se evitasse qualquer forma de tendência, seja por sexo, idade ou experiência.

O questionário proposto é apresentado no apêndice A. Os 30 questionários respondidos estão dispostos no apêndice B.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO

Após realizar os ensaios para determinação da composição granulométrica do resíduo cerâmico triturado, foram preenchidas trinta tabelas, sendo uma para cada amostra contendo a massa e a porcentagem retida em cada peneira. As tabelas estão disponíveis no Apêndice C. A tabela 2 apresenta a média dos resultados obtidos dos ensaios de granulometria.

Tabela 2 – Massa e porcentagens médias das amostras, retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio média (30kg)				
PENEIRA #	MASSA RETIDA (gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,012	0,001	0,001	
2,36 mm	14,567	1,457	1,458	
1,18 mm	280,442	28,044	29,502	
0,6 mm	221,033	22,103	51,605	
0,3 mm	136,200	13,620	65,225	
0,15 mm	105,333	10,533	75,759	
Fundo	241,433	24,143	99,902	
Total	999,021	99,902	-	2.236

A tabela 2 contém na primeira coluna a série normal de peneiras, o fundo e o valor total da amostra. Na segunda coluna pode ser observado o valor médio da massa retida em gramas para cada uma das peneiras e fundo. A terceira coluna representa o valor percentual retido destas e a quarta coluna apresenta o valor percentual retido acumulado. A quinta coluna traz um valor denominado como Módulo de Finura, calculado como a soma das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras série normal, sendo, esta em massa do agregado, dividida por 100.

Através do Módulo de Finura, o material pode receber uma classificação da NBR NM 248 (2003) de acordo com o quadro 4 descrito no final do item 5.2, e com este observa-se que o resíduo cerâmico triturado pode receber uma classificação de “fino”, pois o Módulo de Finura (MF) é menor que 2.4, e isto se dá não apenas para o valor médio apresentado na tabela 2 (MF = 2.236), mas sim para cada uma das 30 amostras ensaiadas, pois em nenhuma delas o valor superou 2.4 para receber outra classificação. O valor máximo alcançado de MF foi na amostra 27 (MF = 2,356) e o menor foi na amostra 12 (MF = 2,122). Estes valores podem ser observados no apêndice C.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da NBR 7211 (2009, p.03), estabelece a zona ótima para agregados miúdos. Esta zona apresenta Módulo de Finura entre 2,20 e 2,90, sendo, portanto que o valor médio da amostra estaria dentro da zona ótima e o menor valor encontrado estaria dentro da zona utilizável inferior que varia de 1,55 a 2,20.

Após preencher devidamente as 30 tabelas para cada uma das amostras e também a tabela 2 que representa o valor médio, elaborou-se o gráfico 1 com os percentuais retidos em cada peneira para esta amostra média.

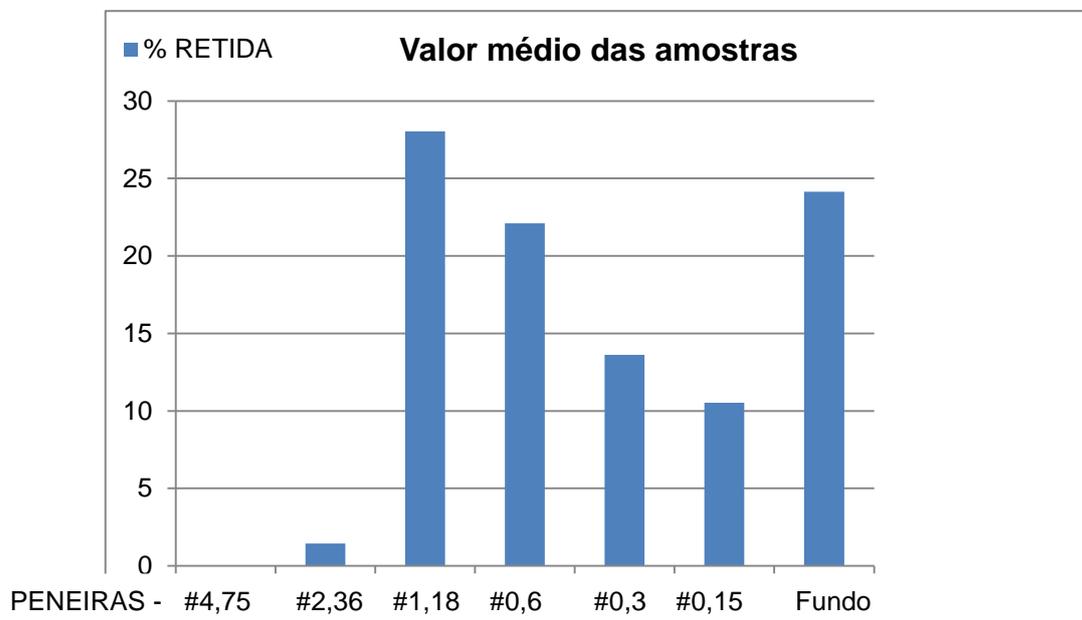


Gráfico 1 – Valor percentual médio das amostras.

O gráfico apresenta a distribuição granulométrica do resíduo cerâmico triturado, e fica evidente assim como para agregados miúdos que a porcentagem retida na peneira 4,75 mm é praticamente desprezível. A NBR 7211 (2009)

estabelece os limites para agregado miúdo, que podem estar retidos nesta peneira, e estes variam de 0 a 5 em percentagem de massa. Neste caso, para resíduos cerâmicos o valor médio foi de 0,012% do valor total em massa, o que comprova que o produto pode ser comparado com ensaios referentes a agregados miúdos.

A peneira de 2,36 mm também apresenta uma baixa representação, e esta acabou se mostrando uma característica do resíduo cerâmico, onde basicamente este valor variou entre um e dois em percentagem da massa total da amostra. Um valor estatisticamente pequeno como pode ser observado no gráfico 1, sendo maior apenas que a peneira de 4,75 mm que tem massa praticamente desprezível.

As demais peneiras representam um valor considerável dentro da amostra, sendo que a maior percentagem está na peneira de 1,2 mm alcançando 28,0 % do total da amostra média. O finos que passaram por toda a série de peneiras e ficou depositado no fundo também tem larga representatividade chegando à média de 24,1%, ou seja, praticamente $\frac{1}{4}$ da amostra do resíduo cerâmico triturado é formada por finos. Vale lembrar que durante a aplicação do resíduo na quadra acaba se perdendo uma parcela deste material fino, então seria interessante durante o processo de fabricação buscar uma forma de reduzir a quantidade desse material, o que deixaria o produto com características ainda mais interessantes para aplicação na quadra em saibro.

A peneira de 0,6 mm foi a terceira mais representativa tendo uma média de 22,1% sendo que somada com sua peneira anterior (1,2 mm) apresentam 50,2% do valor médio amostral, portanto estas duas peneiras subsequentes apresentam mais da metade da massa total da amostra, e acabam caracterizando bem o produto dentro desta faixa granulométrica. A peneira de 0,3 mm já representa uma faixa menor, chegando a 13,6%, porém um valor ainda representativo.

A última peneira da série (0,15mm) que já contém um material com alto índice de finos representa 10,5% da amostra o que somado com o fundo indica o alto índice de finos no resíduo cerâmico triturado.

Para analisar a variabilidade das 30 amostras ensaiadas em laboratório elaborou-se a tabela 3 que contém os dados de massa de todas as amostras, assim como a média, a variância e o desvio padrão amostral.

Tabela 3 - Massa retida em cada peneira (gramas), média, variância e desvio padrão.

Amostra	#4,75	#2,36	#1,18	#0,6	#0,3	#0,15	Fundo
1	0,12	12,0	269,0	224,0	145,0	103,0	246,0
2	0,00	12,0	281,0	224,0	137,0	113,0	232,0
3	0,00	14,0	274,0	226,0	149,0	109,0	227,0
4	0,00	13,0	267,0	229,0	154,0	106,0	230,0
5	0,00	12,0	272,3	231,0	134,0	103,0	247,0
6	0,00	13,0	263,0	223,0	141,0	114,0	245,0
7	0,00	15,0	264,0	223,0	135,0	113,0	249,0
8	0,12	12,0	272,0	227,0	142,0	103,0	243,0
9	0,13	13,0	280,0	216,0	142,0	116,0	232,0
10	0,00	14,0	263,0	227,0	144,0	105,0	246,0
11	0,00	13,0	258,0	223,0	144,0	101,0	260,0
12	0,00	9,0	259,0	216,0	141,0	111,0	263,0
13	0,00	15,0	279,0	208,0	137,0	106,0	254,0
14	0,00	15,0	284,0	205,0	131,0	102,0	262,0
15	0,00	14,0	280,0	201,0	140,0	103,0	261,0
16	0,00	19,0	280,0	216,0	129,0	100,0	255,0
17	0,00	17,0	286,0	217,0	131,0	109,0	239,0
18	0,00	18,0	290,0	213,0	133,0	100,0	245,0
19	0,00	14,0	278,0	222,0	141,0	101,0	243,0
20	0,00	13,0	275,0	228,0	137,0	107,0	239,0
21	0,00	18,0	297,0	215,0	131,0	102,0	236,0
22	0,00	15,0	273,0	227,0	133,0	117,0	234,0
23	0,00	16,0	283,0	225,0	130,0	97,0	248,0
24	0,00	13,0	288,0	225,0	127,0	117,0	229,0
25	0,00	15,0	303,0	223,0	128,0	101,0	229,0
26	0,00	18,0	305,0	223,0	129,0	96,0	228,0
27	0,00	19,0	314,0	222,0	122,0	95,0	227,0
28	0,00	19,0	298,0	223,0	127,0	103,0	229,0
29	0,00	14,0	291,0	221,0	135,0	106,0	232,0
30	0,00	13,0	287,0	228,0	137,0	101,0	233,0
Média	0,012	14,567	280,442	221,033	136,200	105,333	241,433
Variância	0,001	5,979	186,696	49,566	50,760	36,222	126,246
Desvio Padrão	0,037	2,445	13,664	7,040	7,125	6,019	11,236
Desvio Padrão (%)	300,0	16,8	4,9	3,2	5,2	5,7	4,6

A tabela apresenta a dados estatísticos da amostra. O primeiro deles é a média das massas entre as 30 amostras foram feitas a média de massa retida em cada peneira e também no fundo.

O desvio padrão é um dos valores mais utilizados em estatística e é obtida através da raiz quadrada da variância, sendo que esta demonstra a variação ou

dispersão dentro de uma amostra em relação à média. Quanto menor for este valor maior a proximidade dos elementos com a média.

O desvio padrão em forma de porcentagem foi obtido através da divisão do desvio padrão pela média da amostra, que foi posteriormente multiplicada por 100 para que se obtivesse o valor percentual.

Na peneira de 4,75 mm, observa-se um desvio padrão de 0.03655 que quando foi dividido pela média da amostra e multiplicado por 100 gerou valor de desvio padrão percentual de 300%, justificado, pois em 30 amostras apenas 3 tiveram alguma massa retida nesta peneira. Assim mostra-se uma grande dispersão nesta peneira, porém em valores representativos da amostra ela é insignificante, pois representa menos de 1 % da amostra.

A peneira de 2,36 mm ainda mostra um desvio padrão percentual elevado, chegando a 16,78%, o que ocorre é semelhante ao caso da peneira de 4,75 mm, pois mesmo buscando formar uma amostra com o máximo de homogeneidade observa-se que ao olhar para o conjunto, a amostra 12 teve apenas 9 gramas retidas, sendo a menor, enquanto as amostras 27 e 28 tiveram 19 gramas retidas nesta peneira, o que representa mais que o dobro entre os extremos, e acaba gerando dentro do conjunto um desvio padrão alto, e uma dispersão elevada. Porém este representa 1,5% da massa da amostra e, portanto não significativo como critério para análise da distribuição granulométrica do resíduo cerâmico triturado.

As demais peneiras e fundo que representam mais de 98% do total da amostra apresentam um desvio padrão entre 3,2% e 5,7% conforme descrito na tabela 3, o que demonstra a uniformidade entre as 30 amostras, podendo assim estimar a classificação e distribuição granulométrica para o resíduo cerâmico triturado. Como este desvio padrão encontrado foi baixo na parte representativa da amostra pode-se classificar o material através de seu Diâmetro Máximo Característico (DMC) e Modulo de Finura (MF). Conforme já citado, pelo MF o material é classificado como fino e nota-se até um grande índice de material pulverulento (finos), que se depositou no fundo do conjunto de peneiras.

O DMC calculado foi o mesmo para cada uma das 30 amostras, sendo este de 2,36 mm, pois em todas elas foi nesta peneira que se constatou a porcentagem retida igual ou imediatamente inferior a 5 %, que caracteriza qual é o diâmetro máximo característico da amostra.

Para melhor ilustrar que o desvio padrão do produto foi de baixa dispersão, foram elaborados gráficos para cada uma das peneiras, onde pode-se observar a curva de variação em massa das amostras.

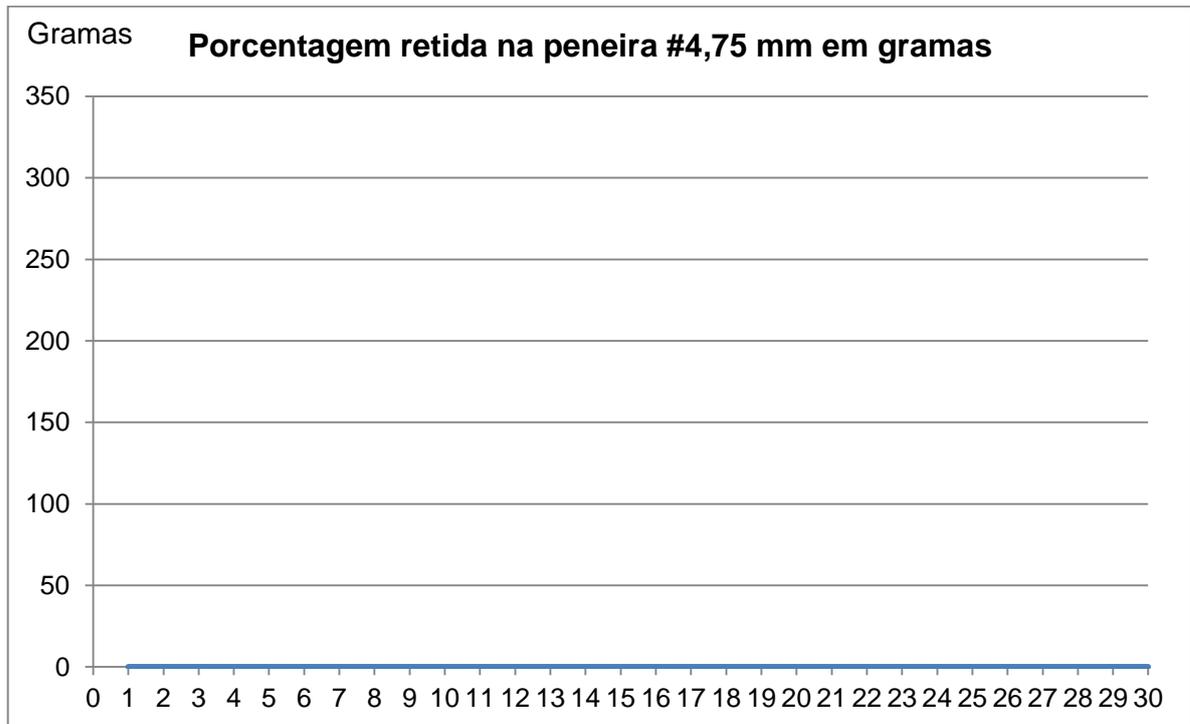


Gráfico 2 - Porcentagem retida na peneira #4,75 mm em gramas.

Fica difícil observar alguma variação neste gráfico, pois nesta peneira em questão o percentual retido não chega a uma grama.

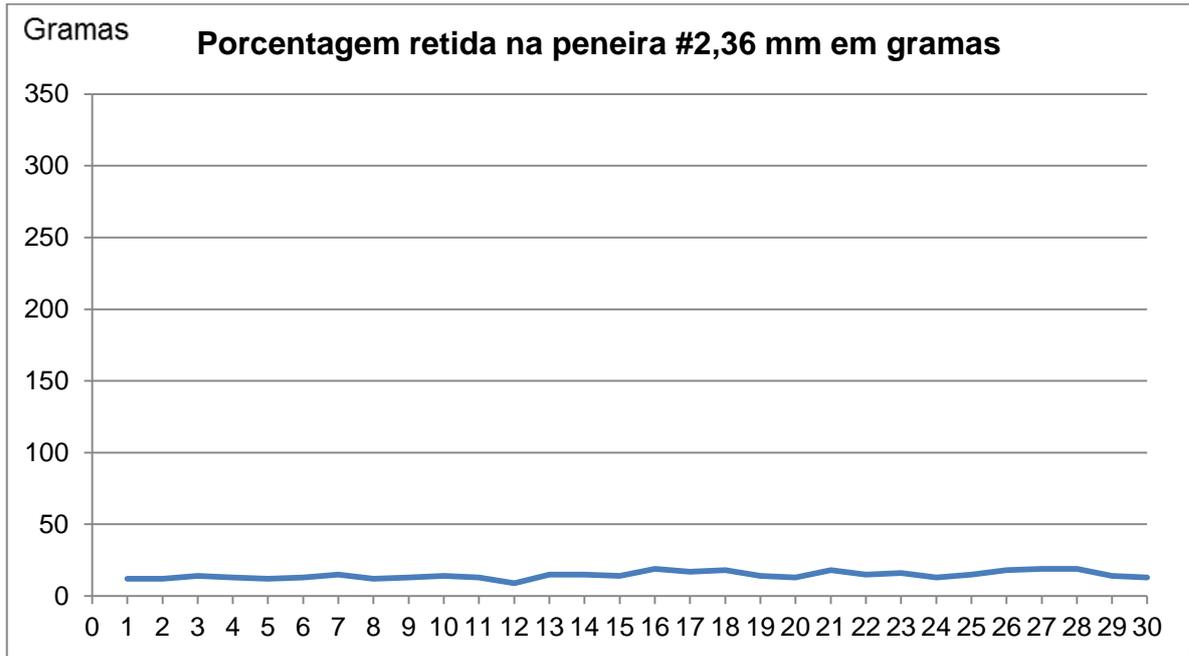


Gráfico 3 - Porcentagem retida na peneira #2,36 mm em gramas.

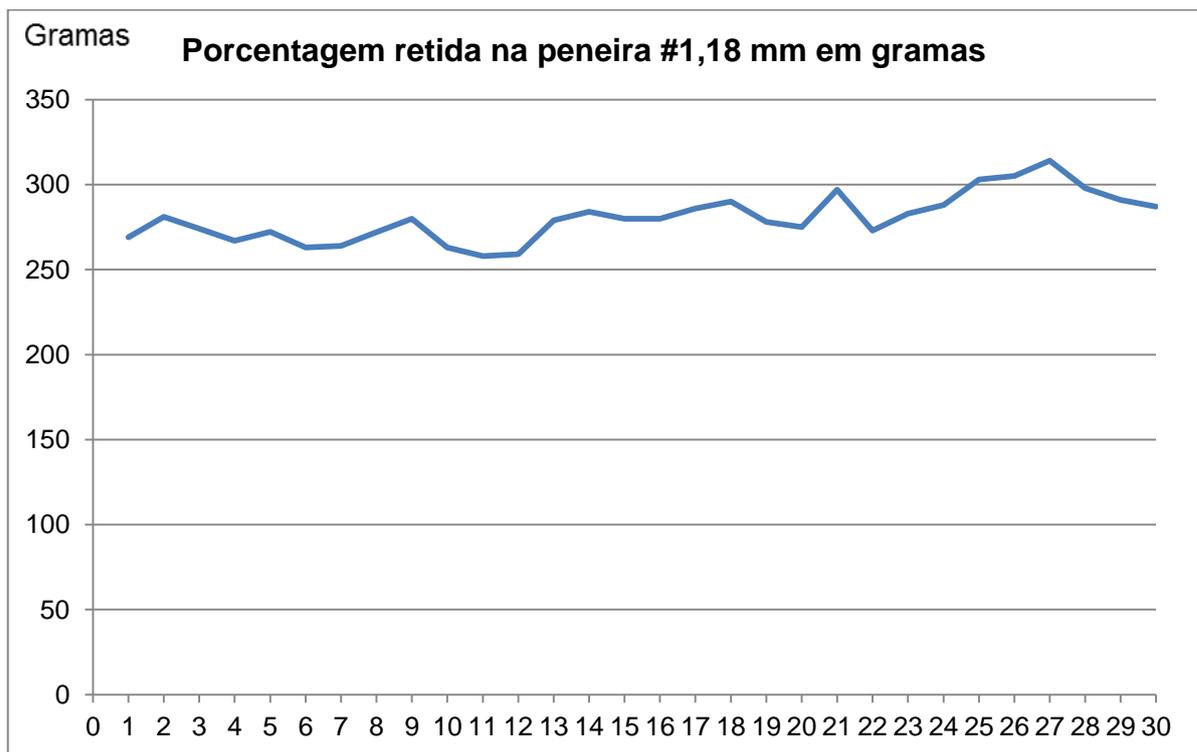


Gráfico 4 - Porcentagem retida na peneira #1,18 mm em gramas.

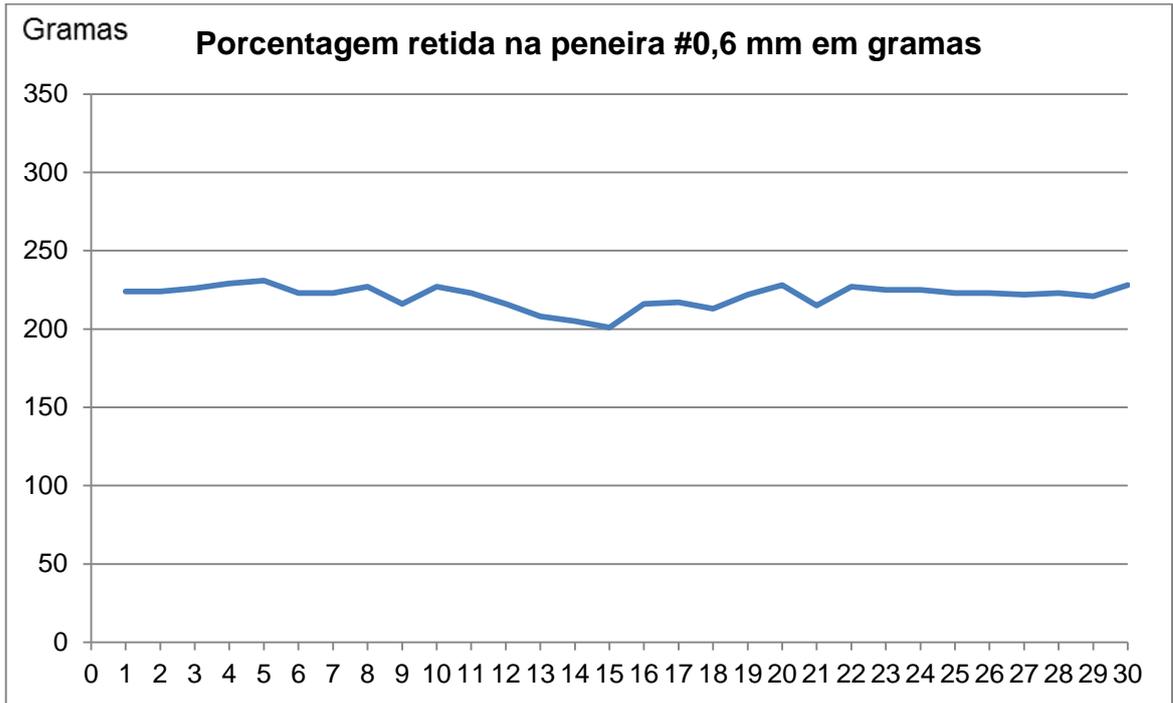


Gráfico 5 – Porcentagem retida na peneira #0,6 mm em gramas.

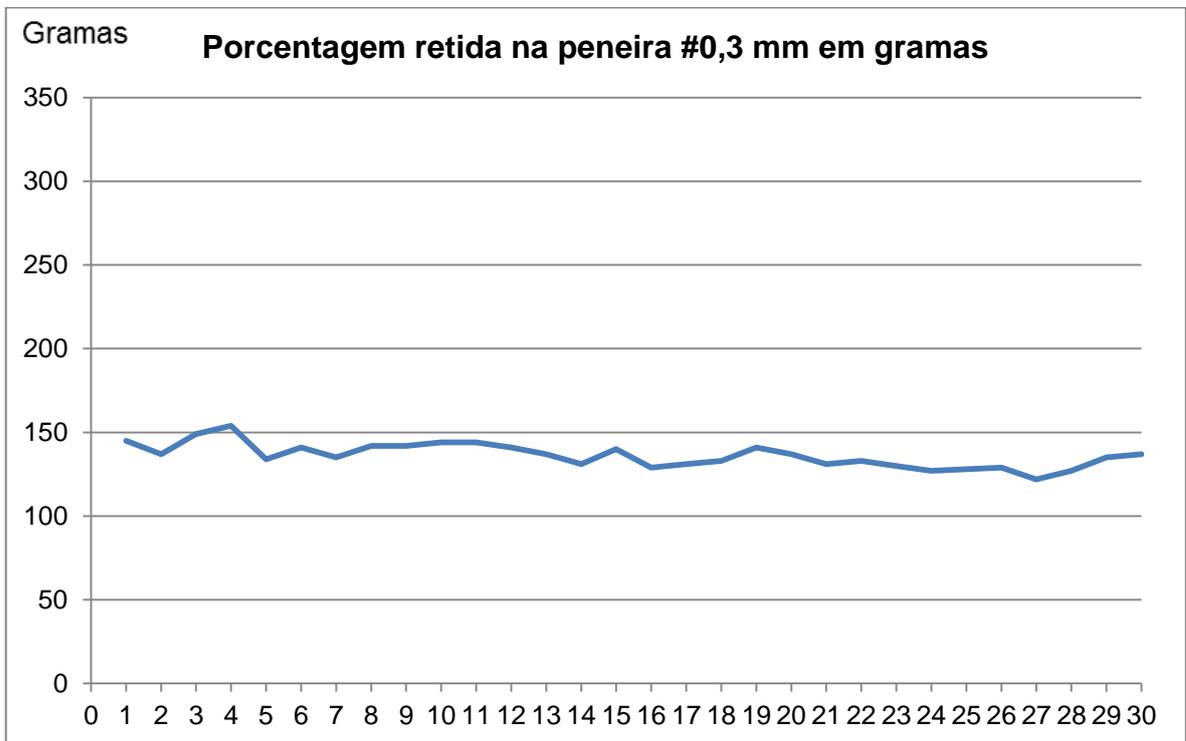


Gráfico 6 - Porcentagem retida na peneira #0,3 mm em gramas.

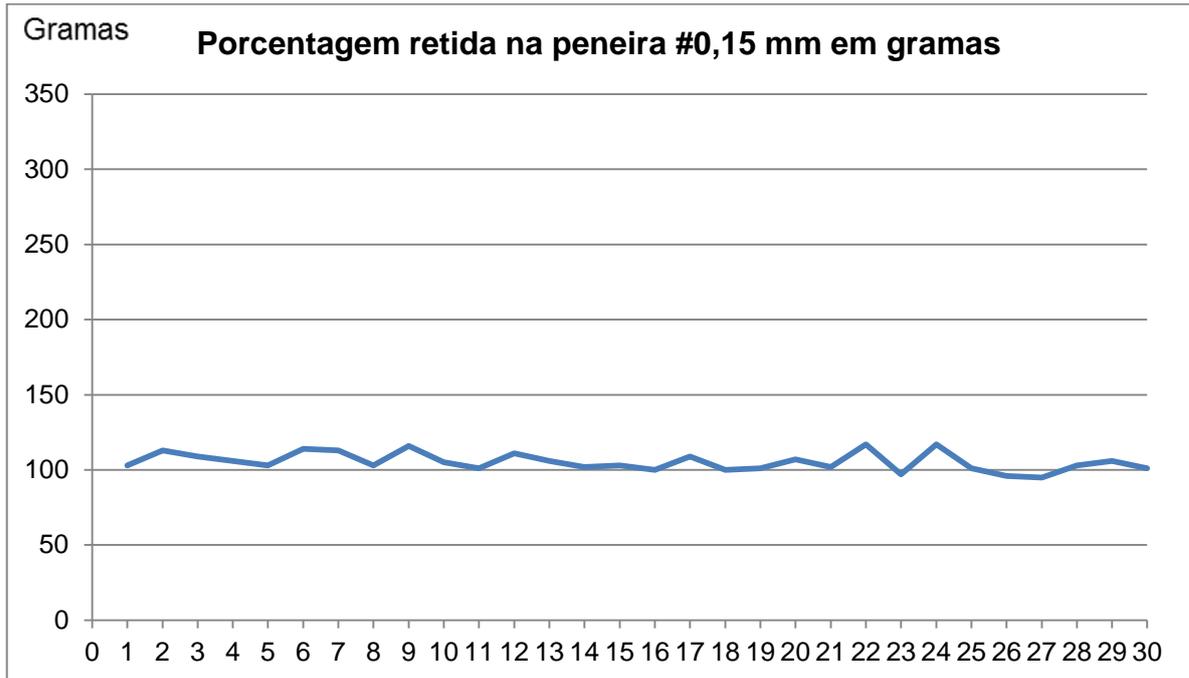


Gráfico 7 - Porcentagem retida na peneira #0,15 mm em gramas.

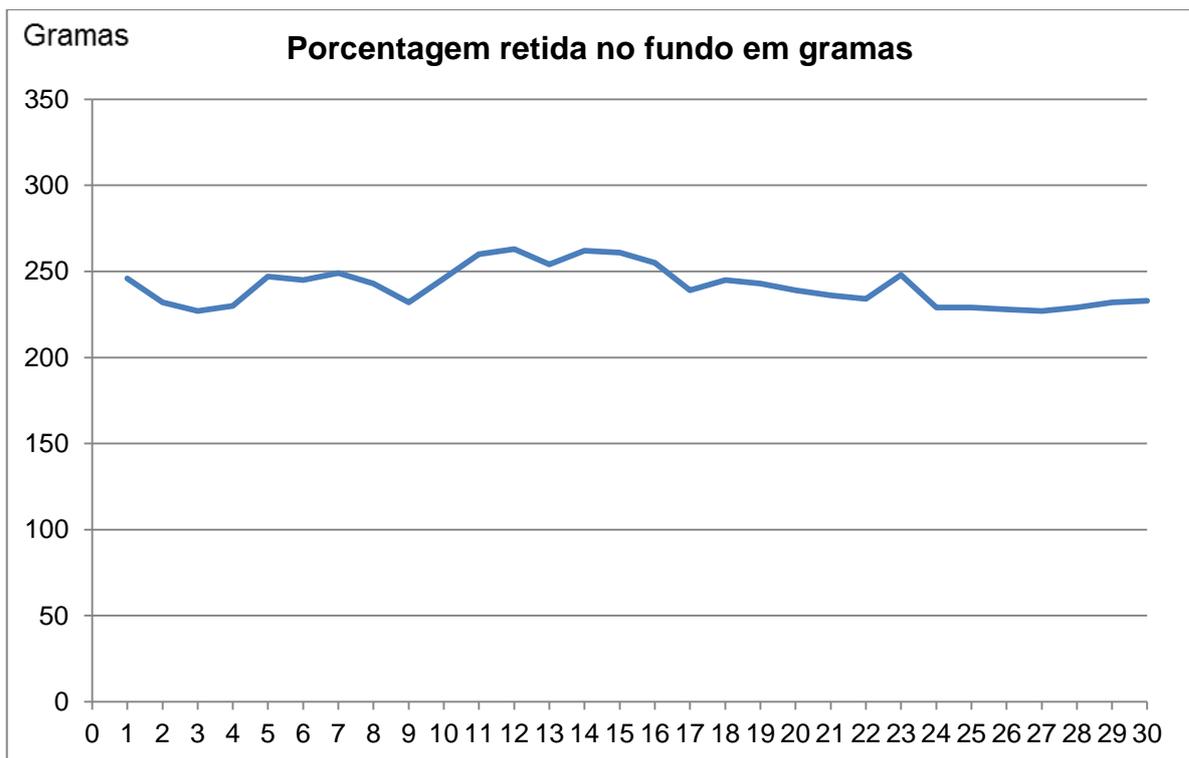


Gráfico 8 - Porcentagem retida no fundo em gramas.

Em todos os gráficos pode ser observada uma pequena variação na curva entre as amostras, porém em nenhuma das curvas apresenta grandes saltos ou variações. No gráfico 3 referente a peneira de 2,36mm, nota-se que o valor máximo atingido é de 19 e o mínimo é de 9 gramas, sendo a média de 14,567 gramas.

Dentro da amostra ensaiada (1000 gramas), esta diferença entre o maior e o menor valor encontrado representa uma pequena variação sendo esta de 0,5567% abaixo e 0,4433% acima da média, o que mostra quão pequena é esta dispersão amostral. Ou seja, dentro da amostra as 14,567 gramas que representam a média da peneira, são apenas 1,46% do total sendo que a variação entre os extremos (9 e 19 gramas) apresentam esta pequena variação em relação a média.

O gráfico 4 referente a peneira de 1,18 mm apresenta um valor máximo de 314 gramas e mínimo de 258 gramas apresentando ainda uma média de 280,44 gramas. Dentro do montante da amostra (1000 gramas) representam uma variação de 2,244% abaixo e 3,36% acima da média, o que deixa evidente o baixo índice de variação encontrado no ensaio.

O gráfico 5 contém os dados de massa retida na peneira 0,6 mm, e mostra uma variação entre 231 e 201 gramas tendo ainda uma média de 221,03 gramas o que represente uma variação dentro do montante da amostra (1000 gramas) de 2% abaixo e 0,997% acima da média.

No gráfico 6 referente a peneira de 0,3 mm, nota-se que o valor máximo atingido é de 154 e o mínimo é de 122 gramas, sendo a média de 136,2 gramas. Dentro do montante da amostra (1000 gramas) representam uma variação de 1,42% abaixo e 1,78% acima da média.

O gráfico 7 referente a peneira de 0,15 mm apresenta um valor máximo de 117 gramas e mínimo de 95 gramas apresentando ainda uma média de 105,33 gramas. Dentro do montante da amostra (1000 gramas) representam uma variação de 1,033% abaixo e 1,167% acima da média.

Por fim, no fundo que é representado pelo gráfico 8, foi encontrada uma variação entre 263 e 227 gramas, sendo que o conjunto teve uma média de 241,43 gramas. Comparando com o montante da amostra (1000 gramas) em dados percentuais, observa-se que varia de 1,443% abaixo da média e 2,15% acima do valor médio.

Com todos estes dados, pode-se analisar que a divisão granulométrica do resíduo cerâmico está representada no gráfico 1, que trata dos valores médios retidos na série normal de peneiras, e através dos gráficos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 além da tabela 3, confirma-se a homogeneidade no ensaio, garantindo que não ocorra grandes dispersões dentro de cada faixa granulométrica.

6.2 RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE OU UNITÁRIA NO ESTADO SOLTO

O objetivo deste ensaio era identificar qual a massa específica aparente do resíduo cerâmico triturado, e para isso seguiu-se o procedimento descrito no item 5.3. A massa específica aparente no estado solto da amostra foi obtida através do valor médio dos pesos destas três amostras dividido pelo volume do recipiente utilizado.

As três pesagens na realização do ensaio tiveram os seguintes resultados:

- Ensaio 1 = 3363 gramas;
- Ensaio 2 = 3358 gramas;
- Ensaio 3 = 3374 gramas;

O valor médio encontrado foi de 3365 gramas. A norma indica que para ser considerado válido o ensaio, os 3 valores não devem ter variação maior que 1 % do valor médio. O ensaio 1 apresentou uma variação de 0,059%. O ensaio 2 apresentou 0,21% de variação em relação ao valor médio. O ensaio 3 apresentou 0,267% de variação em relação ao valor médio.

Sendo assim, foi observado que a variação no ensaio foi quase nula, existindo uma pequena variação na aferição das 3 massas, e esta variação está dentro do estipulado pela norma. A massa unitária no estado solto é dada em kg/dm^3 .

O volume do recipiente utilizado era de 3 dm^3 , constatado conforme especificações normativas.

Sendo assim do resultado da divisão do valor médio dos três ensaios ($3,365\text{kg}$) pelo volume do recipiente utilizado (3dm^3) resulta em uma massa específica aparente de: $1,122\text{kg}/\text{dm}^3$.

Vale citar que a massa específica aparente em estado solto é sempre menor que a massa específica absoluta, pois existem vazios nesta e é por este motivo que o ensaio deve ser realizado seguindo os padrões normativos e sem realizar qualquer tipo de compactação, para que não se altere o resultado real.

6.3 RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA UMIDADE SUPERFICIAL PELO MÉTODO DA ESTUFA

Foi colocada uma amostra de 500 gramas (P_i) do resíduo cerâmico triturado em estado natural em uma estufa com temperatura em torno de 100 °C. A amostra permaneceu nestas condições por 24 horas. Então se retirou a amostra da estufa para que voltasse a temperatura ambiente de forma natural.

Com a amostra em temperatura ambiente realizou-se uma pesagem (P_f). Com os valores de P_i e P_f foi calculada a umidade com a equação 2:

$$H = \frac{(P_i - P_f)}{P_f} \times 100 \quad (\%)$$

Substituindo os valores temos:

- $P_i = 500$ gramas
- $P_f = 497$ gramas

Com isto foi calculado o teor de umidade superficial do material (H), e este atingiu um resultado de 0,6%. Nota-se que o material praticamente não tem umidade, e este deve receber umidade apenas durante a aplicação na quadra, pois se receber umidade enquanto está na embalagem (sacos) pode “empedrar” o produto e com isso perder uma porcentagem do material.

6.4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO CERÂMICO TRITURADO NA QUADRA DE TÊNIS EM SAIBRO.

Durante a aplicação do resíduo cerâmico na quadra de tênis observou-se que são necessários diversos cuidados. Como foi descrito no capítulo 5.5, para aplicar de forma correta o material na quadra deve-se umedecer a superfície, aplicar o produto, passar o escovão nas duas direções da quadra, limpar as faixas e mais uma vez umedecer a superfície da quadra.

Entretanto durante todo o tempo em que o material foi analisado no clube de tênis, observou-se que a quadra necessita de manutenção diária para que tenha uma boa condição de uso, aparência e também durabilidade.

A manutenção é realizada de hora em hora ou no máximo a cada duas horas. O clube de tênis recebe aulas das oito da manhã até as dez da noite, portanto as quadras estão praticamente o dia todo em uso, tornando então, essencial estes cuidados. Não é necessário repor o resíduo cerâmico sempre, porém deve-se seguir um procedimento de manutenção de hora em hora (ou a cada duas horas, de acordo com os intervalos entre as aulas) que tem duração de aproximadamente 10 minutos e consiste nos seguintes passos:

- 1- Varrer toda a superfície da quadra com o “escovão”, lembrando-se de fazer o procedimento nas duas direções sempre uniformizando a camada de resíduo cerâmico que é espalhada de forma desigual durante a utilização da quadra;
- 2- Limpar com a vassoura comum as faixas delimitadoras da quadra;
- 3- Umedecer com jateamento de água toda superfície da quadra, sem que a mesma seja encharcada. Isto serve apenas para deixar a quadra mais macia, uniforme e também evitar que o vento leve tão facilmente a camada de resíduo cerâmico triturado.

Como as quadras apresentavam boas condições, foram aplicados 100 kilogramas de resíduo cerâmico triturado em cada quadra, o que representou aproximadamente uma camada de 2,5 kg/m². Este material tem de ser renovado com o passar do tempo. Em média, o material deve ser reaplicado a cada dois meses e meio, se a manutenção for constante conforme citado anteriormente, e não ocorrer nenhum fenômeno natural desproporcional, isto é ventanias muito grandes e constantes, chuvas demasiadamente longas entre outras.

Se o processo de manutenção não for feito corretamente e de forma constante, o material pode durar menos de uma semana na quadra, por isso é importante frisar que a durabilidade e qualidade que o resíduo cerâmico aplicado na quadra está diretamente ligado aos cuidados da mesma. Se simplesmente aplicar o resíduo na quadra de qualquer forma, sem ter os devidos cuidados o material não traz benefício algum a prática do esporte.

É fundamental citar que independente da composição desta camada superficial, que tem como função principal facilitar a movimentação e proporcionar a realização de jogadas clássicas da modalidade, é fundamental para o jogo. Portanto para a boa qualidade da quadra, e até mesmo boa aparência, esta camada

superficial deve estar sempre homogênea, facilitando a movimentação em qualquer ponto da quadra.

6.5 RESULTADOS DA ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS ATRAVÉS DE UM QUESTIONÁRIO DE INFORMAÇÕES

Conforme citado no capítulo 5.6, foi aplicado um questionário de satisfação em alunos do clube de tênis. O modelo do questionário está disponível no Apêndice A e os 30 questionários respondidos pelos alunos estão disponíveis no apêndice B.

O questionário apresentou uma variabilidade de idades, sexo e tempo de prática do esporte. O gráfico 9 apresenta a variação de idades dos entrevistados, onde em y tem-se o número de ocorrências da idade que está no eixo x. Como foram 30 entrevistados teve-se uma idade média de 22 anos de idade sendo que os extremos variam de 8 até os 40 anos de idade.

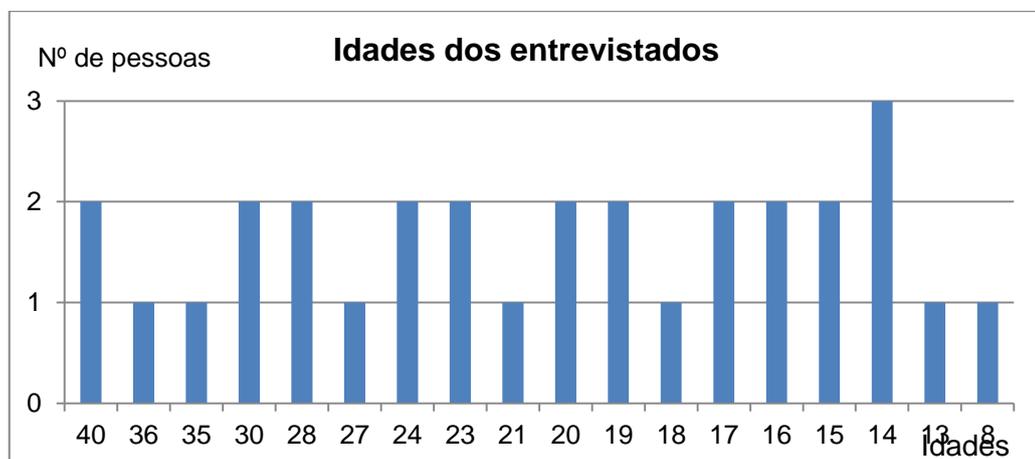


Gráfico 9 - Variação de idade dos alunos que participaram do questionário de satisfação.

Buscando homogeneizar a amostra dos escolhidos para responder o questionário de satisfação, foram entrevistados alunos de sexo oposto, sendo que a quantidade de alunos do sexo masculino e de alunos do sexo feminino esta expressa em porcentagem no gráfico 10.

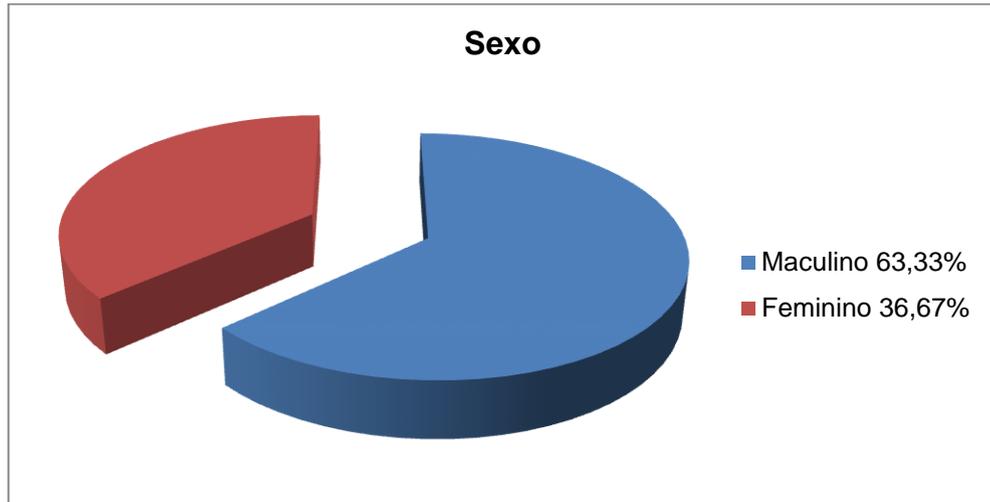


Gráfico 10 - Variação de sexo dos alunos que participaram do questionário de satisfação.

Como pode ser observado no gráfico 9 a pesquisa contou com alunos com uma faixa de idades bem variada chegando à 32 anos de diferença entre os extremos, e o gráfico 10 retrata que dos 30 selecionados 19 eram do sexo masculino e 11 do sexo feminino. Esta diferença se justifica pelo fato do clube contar com uma maior porcentagem de alunos do sexo masculino. O gráfico 11 apresentado a seguir demonstra que os entrevistados possuíam experiência diferente na prática do jogo, sendo esta proveniente do tempo que praticavam a modalidade.

É importante ser analisado no gráfico 11, que a divergência de experiência dos atletas na modalidade, tendo uns com um tempo considerável no esporte (10 anos) e outros que estão apenas começando a modalidade com 5 meses, e mesmo assim não foi encontrada barreira alguma quanto a aplicação do resíduo na quadra. Isto é importante para caracterizar que o questionário não tenha sido induzido em apenas um grupo de atletas, de mesma idade sexo ou experiência no jogo, garantindo assim que o produto tenha aceitação por qualquer indivíduo que venha praticar a modalidade.



Gráfico 11 - Variação de experiência dos alunos que participaram do questionário de satisfação.

Não foram elaborados gráficos para as questões 2, 3 e 4, pois em nenhuma delas houve variação de respostas. A questão número 2 é referente às possíveis alterações em movimentos da modalidade tais como o deslize, lembrando que este é fundamental para o desenvolvimento da partida. As respostas poderiam ser “sim ou não”, sendo que os 30 responderam “sim”, demonstrando que o resíduo atende as exigências de movimentação dos atletas durante o jogo, pois estas alterações foram citadas como positivas, já que sem uma camada que possibilite o “deslize” se torna impraticável o tênis em quadra de saibro.

A questão número 3 buscava informações da constatação de dificuldades de desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo na quadra, sendo que todos os entrevistados responderam “não”, indicando que este não atrapalha de forma alguma as atividades que precisam ser realizadas durante uma partida, isto tanto para movimentações quanto para jogadas.

A questão 4 era referente a possíveis alterações no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal, sendo que nenhum dos alunos que responderam o questionário sentiram alguma diferença neste aspecto, sendo que os 30 assinalaram “não”. Isto indica que além de trazer uma boa aparência à quadra, facilitar o deslize, não impedir a realização de jogadas típicas da modalidade, o produto também não alterou o índice de desgaste físico, o que é fundamental para que o esporte não tenha suas características originais modificadas.

Foram montados gráficos para análise das respostas das perguntas 1 e 5 dos questionários aplicados. A questão 1 que tratava da percepção do atleta quanto à aplicação do resíduo cerâmico, enquanto este desempenhava a modalidade, teve respostas objetivas, podendo ser assinaladas as seguintes alternativas:

- Ótimo;
- Boa;
- Indiferente;
- Fraca
- Insatisfatória;

Observou-se uma grande homogeneidade entre as respostas, que tiveram variação apenas entre ótimo e bom. Vale citar que dos 30 apenas 6 assinalaram bom enquanto 24 assinalaram ótimo, sendo que destes 6 que assinalaram bom um pratica o esporte a 10 anos, outro a 7 e os demais todos com menos de 2 anos de experiência. O gráfico 12 comprova o resultado obtido na questão 1.

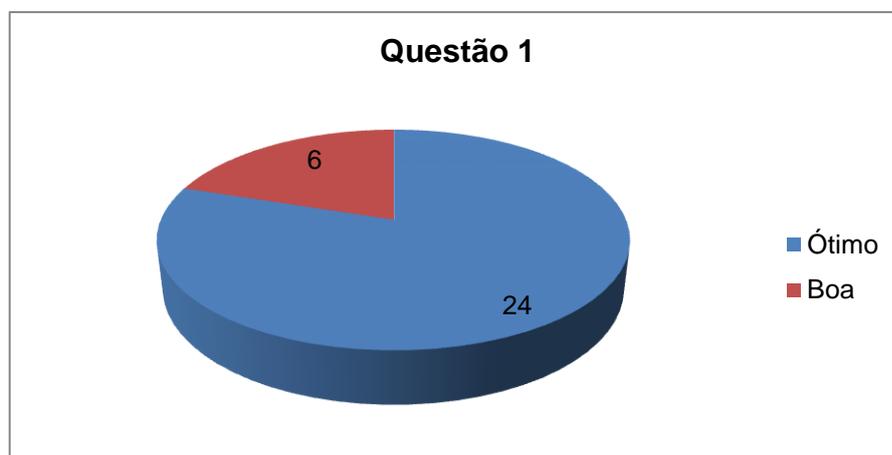


Gráfico 12 - Respostas da primeira questão do questionário de satisfação.

A questão 5 sobre uma possível facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo, pedindo que os alunos classificassem esta dentro de algumas alternativas. Estas eram as mesmas da questão 1 e observou-se o seguinte resultado conforme ilustrado no gráfico 13.

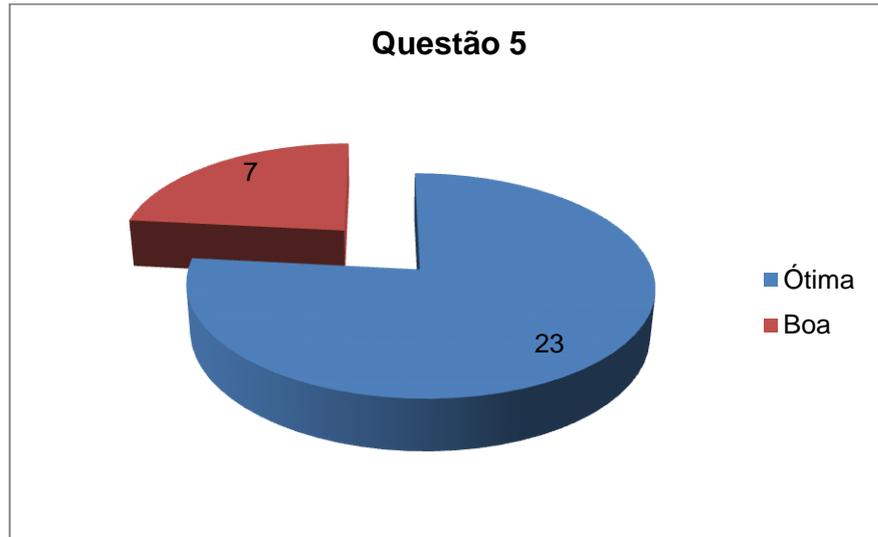


Gráfico 13- Respostas da quinta questão do questionário de satisfação.

Dos trinta alunos que responderam 76,67% consideraram ótima a aplicação do resíduo, enquanto 23,33% consideraram boa. As demais alternativas não foram assinaladas por nenhum dos participantes.

Com todos esses resultados analisados, comprova-se primeiramente que o resíduo não prejudica de forma alguma a realização de partidas, movimentos ou jogadas, o que já é ponto positivo, e também não altera as condições naturais do jogo, pois independe da composição esta camada superficial que facilite a movimentação deve existir na quadra. Além disso, os atletas ainda aprovaram o resíduo cerâmico como ótimo/bom e não apontaram possíveis problemas do mesmo.

7 CONCLUSÕES

Do estudo teórico desenvolvido para realização deste trabalho, pode-se concluir que o grande gargalo da construção civil não se resume em ser uma grande consumidora de matérias primas não renováveis e geradora de resíduos, o maior problema está na destinação destes e em possíveis reutilizações. O setor ainda mostra grande carência de emprego de tecnologias que evitem a geração de resíduos e consigam dar uma destinação mais plausível aos que são gerados. Devem-se buscar dentro do canteiro medidas logísticas que reduzam os desperdícios além de se preocupar em formular projetos que visem um crescimento e desenvolvimento sustentável. Treinamento e qualificação de mão de obra se mostram a cada dia que passa uma ferramenta essencial, portanto buscar reciclar e reaproveitar dentro do mercado construtivo é mais do que uma ideia sustentável sendo fundamental para a qualidade de vida da atual e de futuras gerações.

Devido ao fato dos resíduos cerâmicos terem uma vasta representação tanto em massa quanto em volume do total de resíduos gerados pela construção civil, e esta ser um dos setores líderes em ineficiência neste quesito, a aplicação desta classe de resíduos para pavimentação em quadras de saibro se mostra uma solução totalmente viável e aplicável, pois se reduziria e muito o volume deste material depositado nos famosos “lixões à céu aberto”, local que já é tido como impróprio para o descarte destes.

Através dos ensaios laboratoriais conclui-se que o material possui uma faixa granulométrica constante dentro do lote, o que facilita nas especificações de como deve ser o produto. Porém este ainda apresenta um grande índice de material pulverulento, que acaba tendo uma porcentagem perdida durante a aplicação do resíduo na quadra, sendo interessante portanto a continuação deste trabalho para que se determine o que seria uma faixa granulométrica ótima de aplicação na quadra. Esta faixa ótima deveria buscar reduzir o índice de pó, evitando consideravelmente o desperdício e até mesmo impedindo que condições climáticas desfavoráveis diminuíssem a vida útil do material aplicado na quadra.

Durante o ensaio de campo foi observado que a qualidade do resíduo cerâmico triturado aplicado na quadra depende de vários fatores, e diversos

cuidados devem ser tomados durante a aplicação para que este tenha uma vida útil longa e sempre proporcionando um alto índice de qualidade para a prática do esporte. O resíduo pode permanecer na quadra sem reposição por mais de dois meses, um tempo consideravelmente alto, mas para isso deve receber manutenção diária praticamente de hora em hora. Essa manutenção é característica da quadra em saibro, pois esta exige constantes cuidados para que se mantenha a homogeneidade desta camada superficial que permite o “deslize” e movimentação dos atletas, sendo que sem esta a quadra se torna inutilizável para a modalidade. E estes cuidados não são características provenientes da aplicação do resíduo na quadra, seja qual for a procedência do material que forma a camada os cuidados devem ser constantes, visando garantir as condições ideais para o jogo.

Por fim conclui-se que o resíduo cerâmico através do questionário de satisfação, teve alto índice de aprovação em sua aplicação na quadra, o que mostra que buscar soluções de reciclagem para muitos dos materiais gerados pela indústria construtiva é sim uma solução viável e que pode ser até mesmo rentável. Sendo assim propõe-se apenas que se busque a identificação da faixa granulométrica ótima, para desta maneira aperfeiçoar a aplicação do material como pavimentação de quadras em saibro, sempre tomando os cuidados necessários durante a aplicação e manutenção da camada na quadra.

REFERÊNCIAS

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

ANGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sergio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil. 2001. In: IV SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL – MATERIAIS RECICLÁVEIS E SUAS APLICAÇÕES, Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, **Anais...** São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://www.gedweb.com.br/utfpr/>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7251**: Agregado em estado solto determinação de massa unitária. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 27**: Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório. Rio de Janeiro, 2001.

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

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARRETT, John. **Wimbledon: The Official History**. 3 ed. Vision Sports Publishing, 2013.

BRAGA, Sergio Oberhauser Q. **MANUAL DE AULAS PRÁTICAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**. 2011. 61 f. Laboratório de ensaios tecnológicos (Coordenação de Engenharia Civil) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2011.

BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 17 jul. 2002. Seção 1 p. 95 – 96. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

BRASIL. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 17 ago. 2004. Seção 1 p. 70. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

BRASIL. **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 25 mai. 2011. p. 123. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

BRASIL. Decreto Lei no 6.938 , de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 20 jun. 2013.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. Our common future: The World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University, 1987. ONU- Organização das nações Unidas. 1987. disponível em: <<http://marcouniversal.com.br/upload/RELATORIOBRUNDTLAND.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

COACHMAN, E. **Gestão ambiental**. São Paulo, Editora São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TÊNIS - CBT. Regras de tênis. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.cbtenis.com.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2013

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. 70f. Monografia (Gestão e tecnologia na construção civil) – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. Disponível em:

<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-PRO 120:**

Coleta de amostras de agregados. Norma Rodoviária. Rio de Janeiro, 1997.

Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-PRO120-97.pdf>> Acesso em: 23 Nov. 2013.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A Sociedade do Lixo: os Resíduos, a Questão Energética e a Crise Ambiental**. Piracicaba/SP, Editora UNIMEP, 1994.

FORMOSO, Carlos T; CESARE, Cláudia M. De; LANTELME, Elvira M. V.; SOIBELMAN, Lucio. As perdas na construção civil: Conceitos, Classificações, e seu papel na melhoria do setor. **Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 1997. Porto Alegre, RS. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/norie/indicadores/de%20cesare.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81, out./dez. 2006. Disponível em:

<<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewArticle/3573>>. Acesso em: 18 jul. 2013

GUERRA, Jaqueline de Souza. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações**. 2009. 105f. Tese (Mestrado na Área de Concentração: Construção Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em:

<<http://www.pec.poli.br/conteudo/teses/Disserta%E7%E3o%20Jaqueline%20Guerra.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2013.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102f. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/livre%20doc%C3%AAncia%20vmjohn.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

KUNKEL, Neidi. **Resíduos da construção civil aliados a produção mais limpa (P+L)**. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado na Área de Construção Civil e Preservação Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2009. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tede_busca/arquivo.php?codArquivo=2674>. Acesso em: 25 jul. 2013.

LAGO, Alexandre Lisboa; ELIS, Vagner Roberto; GIACHETI, Heraldo Luiz. Aplicação integrada de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru-SP. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, n. 3, p. 357-374, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X2006000300005>. Acesso em: 23 jul. 2013.

MARIANO, Leila Seleme. **Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000m²**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.ppgerha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/147-Leila_Seleme_Mariano.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2013.

MATTOSINHO, C.; PIONORIO, P. Aplicação da produção mais limpa na construção civil: Uma proposta de minimização de resíduos na fonte. **International Workshop advances in cleaner production**. 2009. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/6a/6/C.%20Mattosinho%20-%20Resumo%20Exp.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosemback; ANGULO, Sérgio Cirelli; CARELI, Élcio Duduchi. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/7183/4909>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

MONTEIRO, José Henrique Penido; FIGUEREIDO, Carlos Eugênio Moutinho; MAGALHÃES, Antônio Fernando; MELO, Marco Antônio França de; BRITO, João Carlos Xavier de; ALMEIDA, Tarquínio Prisco Fernandes; MANSUR, Gilson Leite. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001. 200 p. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

MONZONI, Mario; CARVAHO, André P. de; CANELAS, Pedro P. L.; BREVIGLIERI, Gustavo V.; BARTOLOMEI, Mariana Pinheiro; PINHEIRO, Gabriel B. B.. Tendências e oportunidades na Economia Verde: Eficiência energética. **IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL**. 2010. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://retaguarda.iedi.org.br/midias/artigos/4d093af22db8abca.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

OLIVEIRA, Aldo de Almeida. **Apostila para as aulas práticas de Materiais de construção**. 2007. 32 f. Apostila (Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil) –Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2007. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/TB788_Materiais_de_Construcao_Civil_I/Apostilha%20materiais%20I.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2013.

OLIVEIRA, Izelman; ARAÚJO, Janaína. **ApostilaMACO I agregados e aglomerantes**. 2013. 120 f. Apostila (Departamento de Engenharia) –Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/14878/material/Apostila%20agregados%20e%20aglomerantes%202013.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

PREVIATO, Douglas Franco Gonçalves. **Sustentabilidade no canteiro de obras: A importância de um plano de gerenciamento de resíduos**. 2012. 61 f. Monografia (Especialização em Gestão e Tecnologia em Obras de Construção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

RAMOS, Fabrício Casali. **Gestão de resíduos sólidos da construção civil em obras: uma abordagem prática da usina e aterro da construção civil do município de Campo Mourão - PR**. 2012. 32 f. Monografia (Especialização em Gestão e Tecnologia em Obras de Construção Civil) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

SATTLER, Miguel Aloysio. Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis. **Coleção Habitare**, v. 8. 488 p. Porto Alegre, ANTAC, 2007. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

SOUZA, UbiraciEspinelli Lemes de; PALIARI, José Carlos; AGOPYAN, Vahan; ANDRADE, ArtemáriaCoelho de. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de desconstrução de edifícios: uma abordagem progressiva. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewArticle/3573>>. Acesso em: 18 jul. 2013

TAGORE, Victor. O que é desenvolvimento sustentável. 2009. **Revista Meio Ambiente**, Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.revistameioambiente.com.br/2013/03/12/o-que-e-desenvolvimento-sustentavel/>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

TOZZI, Rafael Fernando. **Estudo da influência do gerenciamento na geração dos resíduos da construção civil (RCC) – estudo de caso de duas obras em Curitiba/PR**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.ppgerha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/123-Rafael_Fernando_Tozzii.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2013.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Questionário de satisfação

Idade _____

Sexo _____

Tempo de pratica no esporte _____

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de “deslize” decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

() Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim () Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim () Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS PELOS ALUNOS DO CLUBE DE TÊNIS

Questionário

Idade 16

Sexo Feminino

Tempo de pratica no esporte 2

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 21Sexo FemininoTempo de pratica no esporte 3

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 28Sexo femininoTempo de pratica no esporte 7

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 18Sexo MASCTempo de pratica no esporte 2

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 19Sexo MASCTempo de pratica no esporte 10

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgast físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionada pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 27Sexo FTempo de pratica no esporte 2 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

() Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim () Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim () Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 35Sexo MTempo de pratica no esporte 7

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 19Sexo masculinoTempo de pratica no esporte 3 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

() Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim () Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim () Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 14 anosSexo masculinoTempo de pratica no esporte 7 meses

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima (x) Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

(x) Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim (x) Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim (x) Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima (x) Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 14 anosSexo FemininoTempo de pratica no esporte 2 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 13 anosSexo FemininoTempo de pratica no esporte 6 meses

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 17Sexo masculinoTempo de pratica no esporte 7 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima (X) Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos d "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em qu foi aplicado o resíduo?

(X) Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pel aplicação do resíduo?

() Sim (X) Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgast físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim (X) Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionada pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

(X) Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 15 anosSexo MasculinoTempo de pratica no esporte 5 meses

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 16Sexo MasculinoTempo de pratica no esporte 3 meses

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 20 ANOSSexo FEMININOTempo de pratica no esporte 5 ANOS

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 23Sexo masculinoTempo de pratica no esporte 7 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 23Sexo MASCULINOTempo de pratica no esporte 10 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima (X) Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

(X) Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim (X) Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim (X) Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

(X) Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 8Sexo Masculino

Tempo de pratica no esporte _____

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 14Sexo masculinoTempo de pratica no esporte Um ano e meio

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionario

Idade 17 anosSexo masculinoTempo de pratica no esporte 3 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 24Sexo MTempo de pratica no esporte 8

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 15 anosSexo masculinoTempo de pratica no esporte 1 ano

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 20 ANOSSexo MASCTempo de pratica no esporte 6 ANOS

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 30Sexo FemininoTempo de pratica no esporte 3

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 40Sexo MTempo de pratica no esporte 5 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 40 anosSexo FemininoTempo de pratica no esporte 10 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 30Sexo femTempo de pratica no esporte 3 anos

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 36Sexo MASCTempo de pratica no esporte 02

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

() Ótima Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 21Sexo MTempo de pratica no esporte 10

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

Questionário

Idade 28Sexo FEMTempo de pratica no esporte 03

1. Como foi percepção do atleta durante a prática do esporte quanto à aplicação do resíduo cerâmico?

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

2. Houve alguma alteração percebida pelo atleta nos movimentos de "deslize" decorrentes da prática normal do esporte, na quadra em que foi aplicado o resíduo?

Sim () Não

3. Foi observado dificuldades em desempenhar alguma função/jogada pela aplicação do resíduo?

() Sim Não

4. Foi observado alteração no desempenho do esporte, como desgaste físico superior ao normal decorrente da prática da modalidade?

() Sim Não

5. Houve alguma facilidade na prática de movimentos/jogadas ocasionadas pela aplicação do resíduo? Classifique esta como:

Ótima () Boa () Indiferente () Fraca () Insatisfatória

APÊNDICE C – RESULTADOS DAS AMOSTRAS NO ENSAIO DE GRANULOMETRIA

Este apêndice contém as tabelas de peso e porcentagem retida, elaboradas para cada uma das 30 amostras utilizadas no ensaio de determinação granulométrica. Contém também o módulo de finura para cada uma das amostras.

Tabela 4 –Pesos e porcentagens da amostra 1 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 1 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,115	0,012	0,012	
2,36 mm	12,000	1,200	1,212	
1,18 mm	269,000	26,900	28,112	
0,6 mm	224,000	22,400	50,512	
0,3 mm	145,000	14,500	65,012	
0,15 mm	103,000	10,300	75,312	
Fundo	246,000	24,600	99,912	
Total	999,115	99,912	-	2,202

Tabela 5 –Pesos e porcentagens da amostra 2 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 2 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	12,000	1,200	1,200	
1,18 mm	281,000	28,100	29,300	
0,6 mm	224,000	22,400	51,700	
0,3 mm	137,000	13,700	65,400	
0,15 mm	113,000	11,300	76,700	
Fundo	232,000	23,200	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,243

Tabela 6 –Pesos e porcentagens da amostra 3 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 3 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	14,000	1,400	1,400	
1,18 mm	274,000	27,400	28,800	
0,6 mm	226,000	22,600	51,400	
0,3 mm	149,000	14,900	66,300	
0,15 mm	109,000	10,900	77,200	
Fundo	227,000	22,700	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,251

Tabela 7 –Pesos e porcentagens da amostra 4 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 4 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	13,000	1,300	1,300	
1,18 mm	267,000	26,700	28,000	
0,6 mm	229,000	22,900	50,900	
0,3 mm	154,000	15,400	66,300	
0,15 mm	106,000	10,600	76,900	
Fundo	230,000	23,000	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,234

Tabela 8 –Pesos e porcentagens da amostra 5 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 5 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	12,000	1,200	1,200	
1,18 mm	272,270	27,227	28,427	
0,6 mm	231,000	23,100	51,527	
0,3 mm	134,000	13,400	64,927	
0,15 mm	103,000	10,300	75,227	
Fundo	247,000	24,700	99,927	
Total	999,270	99,927	-	2,213

Tabela 9 –Pesos e porcentagens da amostra 6 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 6 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	13,000	1,300	1,300	
1,18 mm	263,000	26,300	27,600	
0,6 mm	223,000	22,300	49,900	
0,3 mm	141,000	14,100	64,000	
0,15 mm	114,000	11,400	75,400	
Fundo	245,000	24,500	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,182

Tabela 10 –Pesos e porcentagens da amostra 7 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 7 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	15,000	1,500	1,500	
1,18 mm	264,000	26,400	27,900	
0,6 mm	223,000	22,300	50,200	
0,3 mm	135,000	13,500	63,700	
0,15 mm	113,000	11,300	75,000	
Fundo	249,000	24,900	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,183

Tabela 11 –Pesos e porcentagens da amostra 8 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 8 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,120	0,012	0,012	
2,36 mm	12,000	1,200	1,212	
1,18 mm	272,000	27,200	28,412	
0,6 mm	227,000	22,700	51,112	
0,3 mm	142,000	14,200	65,312	
0,15 mm	103,000	10,300	75,612	
Fundo	243,000	24,300	99,912	
Total	999,120	99,912	-	2,217

Tabela 12 –Pesos e porcentagens da amostra 9 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 9 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,130	0,013	0,013	
2,36 mm	13,000	1,300	1,313	
1,18 mm	280,000	28,000	29,313	
0,6 mm	216,000	21,600	50,913	
0,3 mm	142,000	14,200	65,113	
0,15 mm	116,000	11,600	76,713	
Fundo	232,000	23,200	99,913	
Total	999,130	99,913	-	2,234

Tabela 13 –Pesos e porcentagens da amostra 10 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 10 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	14,000	1,400	1,400	
1,18 mm	263,000	26,300	27,700	
0,6 mm	227,000	22,700	50,400	
0,3 mm	144,000	14,400	64,800	
0,15 mm	105,000	10,500	75,300	
Fundo	246,000	24,600	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,196

Tabela 14 –Pesos e porcentagens da amostra 11 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 11 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	13,000	1,300	1,300	
1,18 mm	258,000	25,800	27,100	
0,6 mm	223,000	22,300	49,400	
0,3 mm	144,000	14,400	63,800	
0,15 mm	101,000	10,100	73,900	
Fundo	260,000	26,000	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,155

Tabela 15 –Pesos e porcentagens da amostra 12 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 12 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	9,000	0,900	0,900	
1,18 mm	259,000	25,900	26,800	
0,6 mm	216,000	21,600	48,400	
0,3 mm	141,000	14,100	62,500	
0,15 mm	111,000	11,100	73,600	
Fundo	263,000	26,300	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,122

Tabela 16 –Pesos e porcentagens da amostra 13 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 13 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	15,000	1,500	1,500	
1,18 mm	279,000	27,900	29,400	
0,6 mm	208,000	20,800	50,200	
0,3 mm	137,000	13,700	63,900	
0,15 mm	106,000	10,600	74,500	
Fundo	254,000	25,400	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,195

Tabela 17 –Pesos e porcentagens da amostra 14 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 14 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	15,000	1,500	1,500	
1,18 mm	284,000	28,400	29,900	
0,6 mm	205,000	20,500	50,400	
0,3 mm	131,000	13,100	63,500	
0,15 mm	102,000	10,200	73,700	
Fundo	262,000	26,200	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,190

Tabela 18 – Pesos e porcentagens da amostra 15 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 15 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	14,000	1,400	1,400	
1,18 mm	280,000	28,000	29,400	
0,6 mm	201,000	20,100	49,500	
0,3 mm	140,000	14,000	63,500	
0,15 mm	103,000	10,300	73,800	
Fundo	261,000	26,100	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,176

Tabela 19 – Pesos e porcentagens da amostra 16 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 16 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	19,000	1,900	1,900	
1,18 mm	280,000	28,000	29,900	
0,6 mm	216,000	21,600	51,500	
0,3 mm	129,000	12,900	64,400	
0,15 mm	100,000	10,000	74,400	
Fundo	255,000	25,500	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,221

Tabela 20 – Massa e porcentagem da amostra 17 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 17 (1 kg)				
PENEIRA #	MASSA RETIDA (gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	17,000	1,700	1,700	
1,18 mm	286,000	28,600	30,300	
0,6 mm	217,000	21,700	52,000	
0,3 mm	131,000	13,100	65,100	
0,15 mm	109,000	10,900	76,000	
Fundo	239,000	23,900	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,251

Tabela 21 –Pesos e porcentagens da amostra 18 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 18 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	18,000	1,800	1,800	
1,18 mm	290,000	29,000	30,800	
0,6 mm	213,000	21,300	52,100	
0,3 mm	133,000	13,300	65,400	
0,15 mm	100,000	10,000	75,400	
Fundo	245,000	24,500	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,255

Tabela 22 –Pesos e porcentagens da amostra 19 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 19 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	14,000	1,400	1,400	
1,18 mm	278,000	27,800	29,200	
0,6 mm	222,000	22,200	51,400	
0,3 mm	141,000	14,100	65,500	
0,15 mm	101,000	10,100	75,600	
Fundo	243,000	24,300	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,231

Tabela 23 –Pesos e porcentagens da amostra 20 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 20 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	13,000	1,300	1,300	
1,18 mm	275,000	27,500	28,800	
0,6 mm	228,000	22,800	51,600	
0,3 mm	137,000	13,700	65,300	
0,15 mm	107,000	10,700	76,000	
Fundo	239,000	23,900	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,230

Tabela 24 –Pesos e porcentagens da amostra 21 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 21 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	18,000	1,800	1,800	
1,18 mm	297,000	29,700	31,500	
0,6 mm	215,000	21,500	53,000	
0,3 mm	131,000	13,100	66,100	
0,15 mm	102,000	10,200	76,300	
Fundo	236,000	23,600	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,287

Tabela 25 –Pesos e porcentagens da amostra 22 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 22 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	15,000	1,500	1,500	
1,18 mm	273,000	27,300	28,800	
0,6 mm	227,000	22,700	51,500	
0,3 mm	133,000	13,300	64,800	
0,15 mm	117,000	11,700	76,500	
Fundo	234,000	23,400	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,231

Tabela 26 –Pesos e porcentagens da amostra 23 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 23 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	16,000	1,600	1,600	
1,18 mm	283,000	28,300	29,900	
0,6 mm	225,000	22,500	52,400	
0,3 mm	130,000	13,000	65,400	
0,15 mm	97,000	9,700	75,100	
Fundo	248,000	24,800	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,244

Tabela 27 –Pesos e porcentagens da amostra 24 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 24 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	13,000	1,300	1,300	
1,18 mm	288,000	28,800	30,100	
0,6 mm	225,000	22,500	52,600	
0,3 mm	127,000	12,700	65,300	
0,15 mm	117,000	11,700	77,000	
Fundo	229,000	22,900	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,263

Tabela 28 –Pesos e porcentagens da amostra 25 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 25 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	15,000	1,500	1,500	
1,18 mm	303,000	30,300	31,800	
0,6 mm	223,000	22,300	54,100	
0,3 mm	128,000	12,800	66,900	
0,15 mm	101,000	10,100	77,000	
Fundo	229,000	22,900	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,313

Tabela 29 –Pesos e porcentagens da amostra 26 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 26 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	18,000	1,800	1,800	
1,18 mm	305,000	30,500	32,300	
0,6 mm	223,000	22,300	54,600	
0,3 mm	129,000	12,900	67,500	
0,15 mm	96,000	9,600	77,100	
Fundo	228,000	22,800	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,333

Tabela 30 –Pesos e porcentagens da amostra 27 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 27 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	19,000	1,900	1,900	
1,18 mm	314,000	31,400	33,300	
0,6 mm	222,000	22,200	55,500	
0,3 mm	122,000	12,200	67,700	
0,15 mm	95,000	9,500	77,200	
Fundo	227,000	22,700	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,356

Tabela 31 –Pesos e porcentagens da amostra 28 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 28 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	19,000	1,900	1,900	
1,18 mm	298,000	29,800	31,700	
0,6 mm	223,000	22,300	54,000	
0,3 mm	127,000	12,700	66,700	
0,15 mm	103,000	10,300	77,000	
Fundo	229,000	22,900	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,313

Tabela 32 –Pesos e porcentagens da amostra 29 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 29 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	14,000	1,400	1,400	
1,18 mm	291,000	29,100	30,500	
0,6 mm	221,000	22,100	52,600	
0,3 mm	135,000	13,500	66,100	
0,15 mm	106,000	10,600	76,700	
Fundo	232,000	23,200	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,273

Tabela 33 –Pesos e porcentagens da amostra 30 retidas em cada peneira.

Amostra de ensaio 30 (1kg)				
PENEIRA #	PESO RETIDO (Gramas)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	MÓDULO DE FINURA
4,75 mm	0,000	0,000	0,000	
2,36 mm	13,000	1,300	1,300	
1,18 mm	287,000	28,700	30,000	
0,6 mm	228,000	22,800	52,800	
0,3 mm	137,000	13,700	66,500	
0,15 mm	101,000	10,100	76,600	
Fundo	233,000	23,300	99,900	
Total	999,000	99,900	-	2,272