

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ISABELLA KYANE NISHIYAMA  
ISADORA BASSO BADALOTTI

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS  
DE CERÂMICA VERMELHA: CASO DE UMA OLARIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA  
2015

ISABELLA KYANE NISHIYAMA

ISADORA BASSO BADALOTTI

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS  
DE CERÂMICA VERMELHA: CASO DE UMA OLARIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Graduação de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

CURITIBA

2015

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **VIABILIDADE ECONÔMICA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA: CASO DE UMA OLARIA**

Por

**ISABELLA KYANE NISHIYAMA  
ISADORA BASSO BADALOTTI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 25 de Novembro de 2015, pela seguinte banca de avaliação:

---

Prof. Orientador – André Nagalli, Dr.  
UTFPR

---

Profa. Karina Querne de Carvalho Passig, Dra.  
UTFPR

---

Prof. José Alberto Cerri, Dr.  
UTFPR

## DEDICATÓRIA

Dedicamos uma à outra, em forma de agradecimento pela amizade e em comemoração a tudo que passamos juntas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pela vida e as oportunidades que Ele nos proporciona a cada dia.

A família, Gilberto, Claudete e Eduarda Badalotti, Marcos, Sonia e Felipe Nishiyama, por todo apoio dado ao longo desses cinco anos e principalmente pelas palavras confortantes quando um abraço não era possível devido a distância.

Aos demais familiares pela torcida, carinho, atenção e preocupação mesmo de longe.

Aos amigos mais antigos, que mesmo separados por inúmeros quilômetros continuaram presentes e nos mostraram que as amizades verdadeiras continuam a crescer mesmo a longas distâncias. As amizades criadas na cidade de Curitiba que muitas vezes foram uma espécie de família por muitos momentos e tornaram esse anos muito mais especiais.

Aos colegas, companheiros de inúmeros trabalhos, horas de estudo e momentos de intensa felicidade durante esses cinco anos, que ao longo desse tempo se tornaram grandes amigos, Ariadne Baroni, Bruna Schreiner, Filipe Sanches, Guilherme Wenceloski e Iago de Oliveira.

Aos professores pelo conhecimento passado. Sendo necessário um agradecimento especial ao Professor Doutor e amigo André Nagalli, pela sua orientação, suporte e apoio nesse trabalho.

Ao José Pereira da Silva, uma pessoa maravilhosa que nos recebeu e ajudou sem pedir nada em troca.

Agradecemos uma a outra, por tanta coisa, que não teria como ser descrito nesse espaço.

E a todos o que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigada.

## RESUMO

NISHIYAMA, Isabella; BADALOTTI, Isadora. **Estudo de viabilidade de aproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha: caso de uma olaria.** 2015. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (Departamento de Construção Civil) - Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Este trabalho apresenta alternativas para o aproveitamento de resíduos cerâmicos provenientes de uma olaria, localizada no município de Chapecó, Santa Catarina. A necessidade do trabalho surgiu pela dificuldade de armazenamento dos resíduos gerados pela quebra, ou não conformação do produto para venda, além daqueles resíduos provenientes da logística reversa da empresa. O estudo consistiu em pesquisar algumas possibilidades de aproveitamento de resíduo cerâmico através de artigos científicos e descrevê-las, objetivando encontrar a melhor solução para o estudo de caso. Foram implementados alguns critérios de análise, e feita a investigação concluiu-se por transformar todos resíduos em pó cerâmico ensacado em embalagens de 40 kg para posterior utilização em construções de quadra de tênis de saibro.

**Palavras-chave:** Resíduo cerâmico; olaria; quadra de tênis.

## **ABSTRACT**

NISHIYAMA, Isabella; BADALOTTI, Isadora. **Waste recovery feasibility study of red ceramic: case of pottery**. 2015. 73 f. Completion of course work (Department of Construction) - Degree in Civil Engineering, Federal Technological University of Paraná, Curitiba, 2015.

This thesis presents alternative solutions to reuse pottery ceramic waste that came from a pottery located in Chapecó, Santa Catarina. The need of the work occurred due to the high amount of waste generated by the fall of the bricks, bricks that fail to meet the selling standard, and in case of waste generated from reversal logistics. The study consisted in researching some possibilities of potential use of the ceramic waste through scientific papers and describe them, aiming to find the best solution for the case study. It was implemented some analysis criteria and after the investigations was concluded that the best solution is to turn all waste ceramic into packs of 40 kilograms of ceramic powder, which will be use to build tennis courts.

**Keywords:** Ceramic waste; Pottery; tennis court.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais polos de cerâmica vermelha na Região Sul e alguns estados da região sudeste do Brasil.....	21
Figura 2: Compressão axial do bloco cerâmico.....	30
Figura 3: Locais para medição da Largura (L) do bloco.....	31
Figura 4: Locais para medição da Altura (H) do bloco.....	31
Figura 5: Locais para medição do Comprimento (C).....	31
Figura 6: Posições esquemáticas para medição das espessuras.....	32
Figura 7: Desvio em relação ao esquadro.....	32
Figura 8: Planeza das faces.....	33
Figura 9: Camadas quadra de Tênis.....	42
Figura 10: Fluxograma do trabalho.....	43
Figura 11: Disposição do solo tipo 1.....	45
Figura 12: Detalhe do solo tipo 1.....	45
Figura 13: Disposição do solo tipo 2.....	45
Figura 14: Disposição do solo tipo 3.....	46
Figura 15: Mistura pronta para uso.....	46
Figura 16: Mistura após passando pelo desintegrador.....	47
Figura 17: Detalhe do misturador.....	47
Figura 18: Mistura após passar pelo laminador.....	47
Figura 19: Moldes que definem o tamanho do bloco cerâmico.....	48
Figura 20: Maromba.....	48
Figura 21: Corte dos blocos cerâmicos.....	49
Figura 22: Secagem natural.....	49
Figura 23: Blocos empilhados para a secagem artificial.....	50
Figura 24: Detalhe para o reaproveitamento de calor no aquecimento da estufa....	50
Figura 25: Blocos sendo empilhados manualmente para a queima.....	50
Figura 26: Máquina empacotadora.....	51
Figura 27: Blocos cerâmicos estocados.....	51
Figura 28: Triturador:.....	55
Figura 29: Armazenamento dos sacos de pó.....	55
Figura 30: Pó cerâmico.....	56
Figura 31: Saibro.....	56
Figura 32: Gráfico climatológico da cidade de Chapecó.....	60
Figura 33: Climatologia de precipitação do Brasil do ultimo trimestre de 2015.....	63



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resistência à compressão (fb) para blocos cerâmicos de vedação .....	30
Tabela 2: Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas a dimensões efetivas	33
Tabela 3: Composição granulométrica (%) em relação a outros produtos.....	35
Tabela 4: Relação entre absorção da água em porcentagem (%) e as características estimadas .....	35
Tabela 5: Valores de retração de queima de alguns argilominerais.....	36
Tabela 6: Proporção de materiais utilizados em uma quadra convencional.....	57
Tabela 7: Parâmetros para realização da manutenção.....	57
Tabela 8: Estabilidade de perda e devolução na Cerâmica Chapecó.....	60
Tabela 9: Investimento necessário.....	61
Tabela 10: Retorno financeiro.....	61
Tabela 11: Valores obtidos pela manutenção de 1 quadra.....	63
Tabela 12- Vantagens e Desvantagens das alternativas de aproveitamento.....	65
Tabela 14- Apresentação dos critérios de escolha do pó cerâmico.....	66

## **LISTA DE SIGLAS**

ABC - Associação Brasileira de Cerâmica

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

NBR - Normas Brasileiras

RCC - Resíduo da Construção Civil

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

## SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 OBJETIVOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.1.1 Objetivo Geral .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.1.2 Objetivos Específicos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2 SETOR OLEIRO-CERÂMICO NO BRASIL .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.3 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.3.1 Extração e preparação da massa argilosa .....	22
2.3.2 Conformação do produto .....	23
2.3.3 Secagem .....	23
2.3.4 Queima .....	24
2.3.5 Processo Final .....	25
2.4 RESÍDUO CERÂMICO .....	25
2.5 ENSAIOS E CARACTERIZAÇÃO DO BLOCO CERÂMICO .....	27
2.5.1 Determinação da Massa e do Índice de Absorção de Água de Blocos Cerâmicos .....	28
2.5.2 Determinação da Resistência à Compressão de Bloco Cerâmico e Tijolo Maciço .....	29
2.5.3 Determinação das Características Dimensionais em Bloco Cerâmico .....	30
2.6 ENSAIOS E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA .....	34
2.6.1 Análise Granulométrica .....	34
2.6.2 Absorção de água da argila .....	35
2.6.3 Porosidade e massa específica aparente .....	36
2.6.4 Retração na queima de argilas e misturas .....	36
2.7 ESTUDOS SOBRE O REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA .....	36
2.7.1 Uso de resíduos cerâmicos em quadras de tênis .....	36
2.7.2 Confeção de argamassa e concreto .....	37
2.7.3 Resíduos de Telhas cerâmicas no emprego de camadas de pavimento de baixo custo .....	39

2.7.4 Destinação em aterros sanitários .....	40
2.7.5 Grautes produzidos com agregados de resíduos cerâmicos .....	40
2.8 QUADRA DE TÊNIS .....	41
2.8.1 QUADRAS DE SAIBRO .....	42
3 METODOLOGIA .....	44
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	44
3.2 VISITA À OLARIA CHAPECÓ- ESTUDO DE CASO .....	45
3.2.1 Processo de Fabricação do Bloco Cerâmico na Cerâmica Chapecó .....	45
3.2.3 Conformação do produto.....	49
3.2.4 Secagem .....	50
3.2.5 Queima.....	52
3.2.6 Queima.....	52
3.3 BUSCA POR INFORMAÇÕES DA ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO .....	53
3.3.2 Detalhes da produção .....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	59
4.1 DEMANDA QUADRA DE TÊNIS .....	59
4.2 VIABILIDADE DE NEGÓCIO .....	60
4.2.1 Viabilidade econômica .....	60
4.3 DISCUSSÕES.....	64
5 CONCLUSÃO .....	67
REFERÊNCIAS.....	69

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um importante setor não somente na economia brasileira, mas também na economia mundial. Está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico e social de um país devido à alta geração de empregos e desenvolvimento da infraestrutura. Em contraponto, pode-se dizer que esta é a maior consumidora de recursos naturais do planeta e também a área que mais gera resíduo (JOHN, 2000).

Dentre os variados tipos de resíduos existentes no mundo, está o gerado pela construção civil, classificado por Cardoso (2003) como resíduo urbano especial. Sendo assim, além de cumprir a legislação referente aos resíduos sólidos, os resíduos de construção e demolição, também chamados de RCC, precisam estar de acordo com as legislações específicas nos âmbitos federal, estadual e municipal.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), principal representante no quesito tratamento de resíduos sólidos, são considerados resíduos da construção civil os resíduos gerados nas construções, reformas e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, os quais são de responsabilidade dos mesmos.

Dados da ABRELPE nos anos 2010 a 2013 e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre os anos de 2010 e 2011 mostram um crescimento de 7% na quantidade coletada de resíduos da construção civil (RCC). E entre os anos 2012 e 2013 mostram crescimento de 4,6%. A média per capita de massa de RCC coletada pela prefeitura dos municípios varia de 69 a 163,4 toneladas por mil habitantes/ano, analisando municípios brasileiros com menos de 30 mil habitantes até com mais de três milhões (SNIS, 2010 apud IPEA, 2012).

O valor médio de geração de RCC por um habitante em um dia no Brasil é de 0,584 kg/hab.dia. Quando se analisa por regiões, o maior valor é encontrado na região Centro-oeste (0,896 kg/hab.dia) e o menor na região Norte (0,252 kg/hab.dia). Na região Sul o valor é 0,558 kg/hab.dia, sendo menor do que a média brasileira (ABRELPE, 2013). Segundo a associação responsável pela pesquisa, os índices por habitante referentes aos anos 2012 e 2013 foram calculados com base na população total dos municípios. Conforme dados citados anteriormente é possível

analisar que a geração de resíduos tem aumentado com o passar dos anos, sendo necessárias alternativas para tratamentos adequados.

Estudos do Ministério do Meio Ambiente (2012) afirmam que é difícil estabelecer estimativas de geração, tratamento e disposição final, de qualquer tipo de resíduo, para cada região e também quando se analisa em nível nacional. Parte da dificuldade se justifica pelas ressalvas feitas para as pesquisas referenciadas, no tocante à disponibilidade de dados. Estas também destacam a diferente participação dos municípios nas diferentes regiões do país, no sentido da quantidade de municípios que participam da pesquisa não ser proporcional ao total dos mesmos em cada região.

No ano de 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução nº 307/02, específica para resíduos da construção civil, estabelecendo diretrizes, procedimentos e critérios para gerenciar esse tipo de resíduo. Após a triagem, os resíduos deverão ser destinados da seguinte forma:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros (nova redação dada pela Resolução nº 448/12)

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir 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 e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (nova redação dada pela Resolução nº 448/12).

Devido à obrigatoriedade da reciclagem do resíduo cerâmico (Classe A), vários estudos sobre reutilização deste material vêm sendo realizados, dando opções ao gerador do resíduo na hora do descarte correto do material. Baseado nisto, a pesquisa em questão visa apresentar uma opção para o aproveitamento deste material estocado em uma olaria localizada no oeste de Santa Catarina.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor uma solução de aproveitamento dos resíduos cerâmicos de uma olaria que considere aspectos ambientais, sociais e econômicos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Pesquisar a variedade de produtos já existentes desenvolvidos a partir de resíduos da construção civil;
- Identificar oportunidades de destino para o resíduo da olaria em questão;
- Verificar a compatibilidade do resíduo existente com o utilizado na opção de aproveitamento escolhida e;
- Estudar a viabilidade econômica de aproveitamento dos resíduos da Cerâmica Chapecó para uma finalidade ambientalmente adequada.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O consumo cada vez maior dos recursos naturais e a conseqüente degradação do ambiente trazem como conseqüência a geração de resíduos. O desenvolvimento da construção civil acaba por tornar este processo acelerado, e com isso surgiu a necessidade de se buscar alternativas que revertessem ou amenizassem os danos ambientais associados. Como estratégias para bem gerir os resíduos, busca-se adotar hierarquização das ações. Primando-se pela não geração, seguidas pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

O material proveniente do Resíduo da Construção Civil é constituído em sua maior parte por agregados, um dos tipos de materiais mais importantes e consumidos pela construção civil. A importância deste tipo de resíduo se deve a contribuição com a preservação ambiental, já que o agregado proveniente dos RCC possui menores custos de energia e potencialmente de transporte (MOTTA, 2005).

De acordo com Menezes et al. (2011), pode-se dividir a constituição dos RCC em quatro principais materiais: solo (32%), cerâmico (63%) e outros, considerando metais e materiais orgânicos (5%). O resíduo cerâmico, maior constituinte dos RCC, pode ser resultante tanto da fase de obras como da fabricação dos produtos. A Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM, 2015) considera cerâmica como: materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. A associação considera o setor cerâmico amplo e heterogêneo sendo necessária sua divisão em segmentos, de acordo com diversos fatores, sendo os principais: matéria prima, propriedades e área de utilização. Um desses segmentos é o da cerâmica vermelha.

A Cerâmica Chapecó é uma olaria localizada no distrito de Marechal Bormann, pertencente à cidade de Chapecó, oeste do Estado de Santa Catarina, destinada a produzir blocos cerâmicos de variados tamanhos. Por se tratar de um material frágil, gera resíduos cerâmicos tanto no processo fabril, quanto no transporte e no armazenamento incorreto. Após serem considerados resíduos, pelos clientes da olaria, não possuem serventia futura, sendo assim, são devolvidos para a mesma, por possuir maior área para acomodação. Uma pequena parte destes resíduos é reutilizada na fabricação de novos blocos, porém a maior porção acaba ficando sem utilidade.



De maneira a contribuir com a diminuição da disposição incorreta de resíduos na construção civil, o estudo em questão visa complementar o conhecimento sobre a aplicabilidade destes resíduos de cerâmica vermelha em um produto comercial, dando ao resíduo uma nova possibilidade de destinação final.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com John (2000) o desenvolvimento econômico de um país tem como consequência a transformação da natureza, visando à melhoria da qualidade de vida da população e desenvolvimento social. Porém junto a essa intensa transformação tem-se uma vasta quantidade de recursos naturais finitos sendo utilizados de forma exacerbada e uma iminente geração de resíduos sólidos, aliada a um gerenciamento complexo e oneroso.

A construção civil possui cadeia produtiva complexa por se tratar de uma área presente em várias etapas do processo, desde a extração da matéria-prima, transformação e utilização. Uma solução ambientalmente interessante é a reciclagem de resíduos sólidos industriais como materiais de construção civil (JOHN, 1996), por isso os estudos nessa área para esclarecer as possibilidades viáveis dessa reciclagem têm aumentado.

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a classificação da ABNT NBR 10004:2004, os resíduos sólidos são: resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluem-se nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos são classificados na NBR 10004:2004 em dois principais grupos: perigosos e não perigosos. A última divisão é subdividida em inertes e não inertes, como apresentado a seguir:

Resíduos classe I – Perigosos;

Resíduos classe II – Não perigosos;

Resíduos classe II A – não inertes. Podem apresentar biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

Resíduos classe II B – inertes. Adequados aos padrões de potabilidade com relação à solubilidade de seus componentes

Considerando esta classificação, o RCC normalmente é classificado como classe II B. Não perigoso, por não apresentar propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, e considerado inerte por adequados aos padrões de potabilidade com relação à solubilidade de seus componentes. O resíduo de cerâmica vermelha, foco deste estudo, é, em geral, inerte e faz parte da maior composição dos RCC, não perigoso.

De acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica (2015), a cerâmica vermelha recebe este nome devido à sua coloração predominantemente avermelhada, proveniente do tom da matéria prima utilizada, a argila, compreendendo vasta quantidade de matérias na construção civil que se encaixam nessa categoria, tais como: argila expandida, tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e utensílios de uso doméstico e decorativos.

A argila é utilizada como material de construção desde 4.000 a.C., porém não se sabe exatamente o local de origem e a época do primeiro tijolo. O homem teria passado a utilizar esta técnica, blocos secos ao sol, quando as pedras naturais começaram a ficar escassas. O mais antigo registro de um tijolo foi encontrado nas escavações arqueológicas na cidade de Jericó, no Oriente Médio, datado do período Neolítico inicial (ANICER, 2002).

## 2.2 SETOR OLEIRO-CERÂMICO NO BRASIL

Silva (2009) afirma que entre os anos de 1998 e 2003 o Brasil viveu um período de recessão e o setor oleiro-cerâmico foi um dos principais afetados, especialmente pelos poucos investimentos realizados na área de construção civil. A produção diminuiu e o mercado não teve capacidade de absorvê-la, sendo assim, diversas empresas quebraram, pois não suportaram a inadimplência aliada a prejuízos acumulados.

No ano de 2008 ocorreu uma reviravolta no setor, as perspectivas de crescimento alcançaram a 10% motivando o empresariado a investir em ampliação da tecnologia e da capacidade de produção. As questões que anteriormente eram tratadas em último plano passaram a ter mais importância, como por exemplo: a embalagem dos produtos, movimentação dos estoques (adotando a paletização), redução dos prazos de entrega, além das restrições de consumo, principalmente de energia elétrica, por conta do aumento da tarifa e pela ameaça de racionamento, etc (SILVA, 2009).

Indicadores e dados estatísticos são informações imprescindíveis para acompanhar o desempenho de qualquer atividade econômica. De um modo geral, pode-se dizer que o setor cerâmico brasileiro tem carência de catalogação científica de seus dados, consequência do grande número de empresas competindo e da informalidade presente nesse setor.

A falta de dados pode ser comprovada pela divergência entre as principais associações representativas das indústrias ceramistas do país, a ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica) aponta que o mercado brasileiro conta com aproximadamente de 5.500 empresas entre cerâmicas e olarias, empregando diretamente 400 mil pessoas, indiretamente 1,25 milhões e gerando um faturamento anual de R\$ 6 bilhões (4,8% do faturamento da indústria da construção civil). Já a Associação Brasileira de Cerâmica contabiliza, apenas para a cerâmica vermelha, 11.000 empresas de pequeno porte, empregando em torno de 300 mil pessoas, e gerando um faturamento da ordem de R\$ 2,8 bilhões (SEBRAE, 2011).

As indústrias de cerâmica vermelha brasileira estão principalmente localizadas em regiões específicas, devido a uma combinação de diversos fatores como: matéria-prima, disponibilidade de energia, transporte e mercado consumidor (BETINI e ICHIHARA, 2007). Na Figura 1, é possível ver os pólos de indústrias de cerâmica vermelha em sete Estados brasileiros.

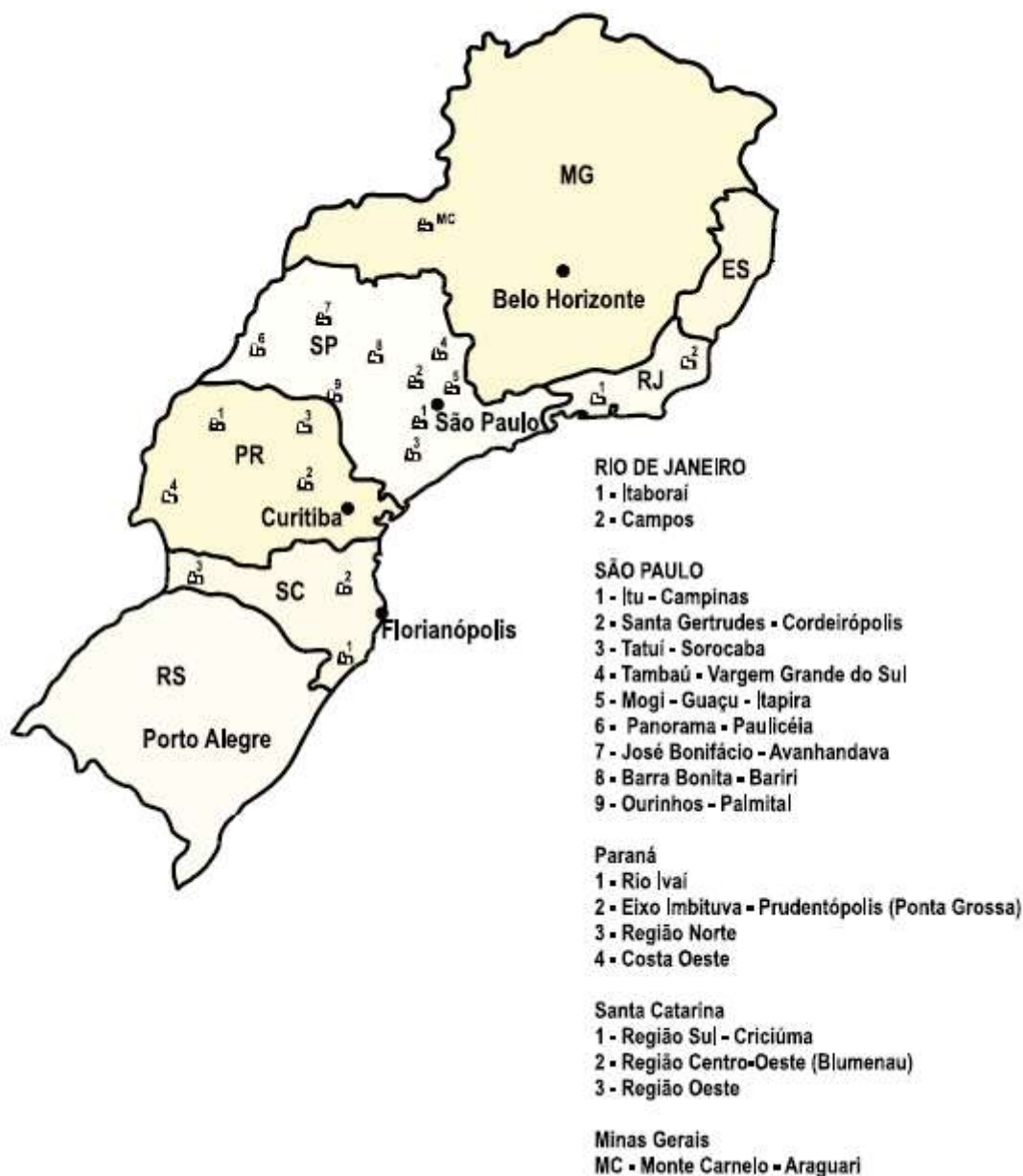


Figura 1: Principais pólos de cerâmica vermelha na Região Sul e alguns estados da região sudeste do Brasil  
Fonte: Tanno e Motta (2000).

## 2.3 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS

Após a captação da argila, é feito um processamento onde esta é laminada e destorroada, para diminuir a sua granulometria e reduzir as futuras quebras. Em seguida, a argila com consistência de uma pasta, passa pelo processo de laminação pela segunda vez, com acréscimo de água e aditivos que, geralmente, são empregados para corrigir as características mineralógicas e químicas da argila e também melhorando a sua trabalhabilidade e garantindo a plasticidade necessária para a próxima etapa, a moldagem (SILVA, 2009). A moldagem é realizada em máquinas extrusoras e após é realizado o corte, segundo dimensões desejadas para a peça, e colocados para secar. Ao final, tem-se a etapa de cozimento, resfriamento e estocagem.

### 2.3.1 Extração e preparação da massa argilosa

De acordo com Silva (2009), grande parte das argilas utilizadas nas indústrias cerâmicas é natural, encontradas em depósitos dispersos pela crosta terrestre. A primeira etapa do processo tem início após a mineração, e consiste em homogeneizar o material e reduzir sua granulometria. Após a realização destas atividades, conhecidas por pré-fabricação, inicia-se a fabricação.

As três principais características do material que devem ser levadas em consideração nessa etapa são: umidade, granulometria e trabalhabilidade. Analisando a umidade, Dantas Neto (2007) divide o material em quatro categorias: úmidas com umidade maior que 18%, semiúmidas com valor de 11 a 18%, semissecas 7 a 10% e secas com a umidade relativa de até 6%. O mesmo autor lembra a necessidade de pré-trituração quando a dimensão do grão for superior a 200 mm para ser compatível com a dimensão da boca do alimentador dos moinhos primários e quando se baseia na trabalhabilidade, que está diretamente ligada a dureza, divide em três classes categorizadas na escada de Mohs, duras (6-7 Mohs), semiduras (5-6 Mohs) e moles (menor que quatro Mohs).

Silva (2009), afirma também que as melhores condições para ser aplicada a moagem, é que a argila esteja classificada entre 5 e 7 Mohs e não apresente umidade superior a 18%.

Nas olarias costumam-se fabricar os produtos utilizando composição de dois ou mais tipos diferenciados de argilas, que são misturadas por máquinas conhecidas como misturadores. A partir do estudo das propriedades destes materiais é possível otimizar a mistura, obtendo ao final do processo produtos com melhor qualidade. Essa parte do processo é considerada uma das mais importantes, por ser onde ocorre a definição das características finais das peças.

### 2.3.2 Conformação do produto

De acordo com Pilato e Oldakoski (2013) a conformação é a etapa final de moldagem dos blocos, com a argila na fase plástica, e pode ser realizada de formas de moldagem distintas, sendo as mais utilizadas extrusão e prensagem. A escolha entre eles depende das características e da geometria do produto desejado.

A extrusão, segundo Soares (2002) é o processo de compactação da massa argilosa, descrita no processo anterior, por um conjunto moto-bomba para a retirada do vácuo, contra um molde, que definirá o formato das peças. O sistema de extrusão mais utilizado, de acordo com Pilato e Oldakoski (2013) é o de hélice, também conhecido como rosca sem-fim, onde o fluxo de produção é contínuo, a homogeneização é aceitável e ocorre boa distribuição da pressão na saída do equipamento. Como principal vantagem pode-se citar a grande variabilidade de produtos que podem ser feitos trocando apenas uma peça, a boquilha de saída.

A prensagem é o método mais antigo, onde a argila passa por uma compactação, dentro de uma forma, e após a moldagem ocorre à deformação, fase em que o produto terá passar a ter a forma do bloco escolhida.

### 2.3.3 Secagem

Após a conformação as peças ainda estão úmidas, por isso é necessária a etapa de secagem, que tem como função eliminar a água presente de forma gradual e lenta, pois caso os blocos cerâmicos fossem levados ao forno com umidade

excessiva, esta evaporaria muito rápido, gerando danos as peças, como trincas e fissuras, em consequência, perda de resistência e em casos extremos explosão da peça (VICENZI, 1999 *apud* PILATO e OLDAKOSKI, 2013).

Esse processo pode ser realizado de duas maneiras, natural ou artificialmente. A secagem natural é um processo mais lento e empírico, é feita pelo sol e o vento, porém devido as variações climáticas que ocorrem durante o ano em grande parte das cidades brasileiras, empresas que optam por esse tipo de secagem devem ter reservas de blocos para que nas épocas de temperaturas baixas não ocorra pausa na produção. O método artificial ocorre com os blocos cerâmicos empilhados em vagões metálicos que passam em um túnel, conhecido popularmente por estufa, onde as peças são expostas a uma corrente de ar quente e seco, com temperatura entre 50°C e 100°C (PILATO e OLDAKOSKI, 2013).

#### 2.3.4 Queima

A queima é a fase final de produção do produto cerâmico. É onde ocorre a modificação das características da massa argilosa em propriedades cerâmicas, tais como ganho significativo de resistência, diminuição da porosidade e aumento da sua densidade (SILVA, 2009).

O principal elemento desse processo é o forno. Os fornos podem ser classificados basicamente como intermitentes e contínuos, em função de como a queima é realizada (DADAM, 2005).

Os fornos contínuos são aqueles em que, como o próprio nome diz, a queima se faz de forma contínua, sem interrupção para descarga ou carregamento de peças. Quando um lote de peças está chegando ao final do tempo de queima, outro lote está iniciando o processo ocupando o espaço do anterior no forno não havendo descontinuidade no processo. No setor das indústrias cerâmicas podem ser encontrados dois tipos de fornos contínuos: o tipo Hoffmann e o tipo túnel (FIESC, 1999 *apud* DADAM, 2005). Essa escolha de forno, comparando ao intermitente, proporciona uma maior economia e possibilidade de produção, porém possuem um maior custo de implantação.

Os fornos intermitentes são utilizados para a queima de pequenos volumes de peças cerâmicas e os mais comuns são conhecidos como paulistinha e abóboda, muito utilizado na fabricação de telhas.



### 2.3.5 Processo Final

O processo final consiste em retirar as peças cerâmicas dos vagões, inspecioná-las e repassá-las para venda (SILVA, 2009). O repasse é feito colocando direto no caminhão para entregas ou paletizados.

## 2.4 RESÍDUO CERÂMICO

A Resolução CONAMA nº 307/02, define os RCC como os provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições de obras de construção civil e também os resultantes das etapas de preparação e 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 conhecidos por entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002).

A mesma Resolução citada acima, juntamente com as suas posteriores atualizações (Resoluções nº 348/04, nº 431/11 e nº 448/12) foram criadas pelo conselho Nacional do Meio Ambiente com o intuito de amenizar os impactos ambientais causados por RCC, normalizando a disposição de resíduos de acordo com sua própria classificação.

Essa classificação baseia-se nas características de cada tipo de resíduo da construção civil, conforme indicado a baixo:

- Classe A são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - o De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - o De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

- o De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Sendo assim, os resíduos de cerâmica vermelha em estudo, são considerados classe A. No artigo 10 da Resolução CONAMA nº 448/12, está previsto que após triagem os resíduos de classe A “deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros;”.

A maior concentração de resíduos cerâmicos, anteriormente era nos processos de produção e entrega (ANICER, 2015). A produção por ser um processo com diversas etapas e vários trabalhadores envolvidos e a entrega por muitas vezes ser feita rapidamente, depositando os blocos inadequadamente ou até mesmo por excesso de velocidade dos caminhoneiros, buracos nas estradas, provocando trincas, fissuras e até mesmo quebra dos materiais.

O aumento da tecnologia, aliado às maiores facilidades de crédito junto aos bancos, possibilitou a muitas olarias uma maior mecanização do processo, diminuindo consideravelmente a geração de resíduos na etapa de produção. Um grande passo tecnológico foi paletização, que de acordo com a MDM Logistic (2015), empresa que atua no ramo de soluções logísticas, é um sistema que utiliza paletes para melhor estocagem e até mesmo transporte de cargas ou materiais. Os blocos cerâmicos são empilhados de forma mecanizada e envolvidos por um plástico, normalmente do tipo Stretch, diminuindo consideravelmente os danos na hora de carregar e transportar o material.

Quando se analisa a perda de cerâmica vermelha em obras, um estudo realizado em mais de 100 obras, com coordenação do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Universidade de São Paulo, indicou que a perda com esse tipo de material pode variar de 0% a 48%, sendo o valor médio 10%. Para redução desse valor indica-se principalmente a utilização de transporte dos blocos com carrinho adequado ao tamanho das peças, a escolha por materiais de qualidade, exigir recebimento dos blocos em paletes, organização no estoque, minimizar o máximo possível a movimentação dos blocos entre o recebimento e a utilização, uso de ferramentas adequadas quando necessário cortar o bloco e procedimentos de execução bem definidos aliado a um treinamento dos operários (SOUZA, 2006).

De acordo com Lucena (2005), analisando a obra como um todo, em média o entulho que sai dos canteiros de obras brasileiros é composto aproximadamente por: 1% de madeira, sendo a principal fonte as formas utilizadas; 2% de gesso; 3% de cerâmica de revestimento; 6% de pedras; 9% de restos de concreto, e para finalizar 80% de tijolos. Através desses valores, é possível analisar que 90% dos RCC podem ser triturados e utilizados para outros fins, porém apesar dos diversos estudos sistemáticos realizados no Brasil sobre possíveis técnicas de reciclagem, a taxa de reciclagem de todo o RCC ainda é inferior a 5% (PAIXÃO, 2013).

Os RCC correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos brasileiros, sendo assim, são considerados um dos responsáveis pelo esgotamento de áreas de aterros nas cidades de médio ou grande porte. Numericamente estima-se que é gerado em torno de 30 milhões de toneladas por ano de Resíduo de Construção e Demolição no Brasil (ÂNGULO *et al.*, 2001 *apud* PAIXÃO, 2013). Sendo a cerâmica vermelha a maior parcela na composição do mesmo, diversos meios para reciclagem e reutilização desse tipo de material estão sendo estudados e/ou aplicados na atualidade.

## 2.5 ENSAIOS E CARACTERIZAÇÃO DO BLOCO CERÂMICO

Os blocos cerâmicos para serem vendidos devem atender às seguintes Normas: NBR 15270/1, NBR 15270/2, NBR 15270/3 que garantem qualidade, boa estética, eficiência e segurança. Desta forma a geração de resíduos cerâmicos

inerentes ao processo produtivo está intrinsicamente relacionada à rejeição nestes testes. Os ensaios que testam essas características e são feitos nos blocos cerâmicos da Cerâmica Chapecó três vezes ao ano pelo SENAI são os seguintes:

- Determinação da Análise Visual de Identificação em Bloco Cerâmico;
- Determinação da Massa e do Índice de Absorção de Água de Blocos Cerâmicos;
- Determinação da Resistência à Compressão de Bloco Cerâmico e Tijolo Maciço;
- Determinação das Características Dimensionais em Bloco Cerâmico;
- Determinação do Esquadro e Planeza das Faces de Bloco Cerâmico.

#### 2.5.1 Determinação da Massa e do Índice de Absorção de Água de Blocos Cerâmicos

Para execução do ensaio, o corpo-de-prova que é constituído de um bloco cerâmico, deve estar íntegro isento de deformações. Deve-se determinar a massa seca ( $m_s$ ) da amostra primeiramente retirando todo o pó do bloco. Após isso, submeter o corpo-de-prova à secagem em estufa a 105° C. Em intervalos de 1 hora, retira-se as amostras da estufa e determina-se a massa individual até que duas pesagens consecutivas não difiram em no máximo 0,25%, essa pesagem deve ser feita imediatamente após a retirada da estufa. Dada a estabilização das pesagens, obtém-se a massa seca ( $m_s$ ) expressando-a em gramas. Para a determinação da massa úmida ( $m_u$ ), a amostra deve ser imersa em um recipiente adequado preenchido com água, em temperatura ambiente, suficiente para mantê-la completamente imersa. Esse recipiente deve ser gradativamente aquecido, até que a água em seu interior entre em ebulição. O corpo-de-prova deve ser mantido em água fervente por 2 horas, e todo o volume de água evaporado deve ser repostado ao decorrer do tempo. Ou também pode ser mantido em água a temperatura ambiente, durante 24 horas, e toda água em excesso deve ser removida com panos úmidos e secos e imediatamente pesadas. A amostra saturada deve ser pesada, e sua massa úmida ( $m_u$ ) é expressa em gramas. Com a obtenção da massa úmida e massa seca é possível obter o índice de absorção de água com a seguinte fórmula:

$$AA(\%) = \frac{mu - ms}{ms} \times 100$$

Em que:  $mu$  – massa úmida (g)

$ms$  – massa seca (g)

Segundo a NBR 15270/1: 2005, item 5.6, o índice de absorção de água não deve ser inferior a 8% e nem superior a 22%.

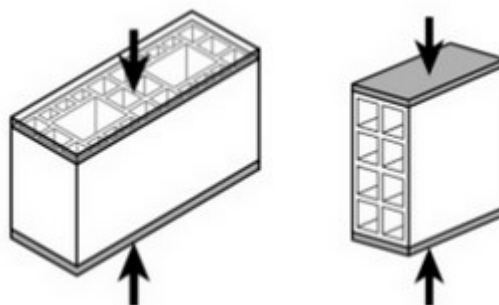
### 2.5.2 Determinação da Resistência à Compressão de Bloco Cerâmico e Tijolo Maciço

Os corpos de prova devem ser limpos, identificados, retirado as rebarbas e acondicionados em ambientes que prevaleçam suas características naturais. Para cada corpo-de-prova deve ser medida sua Largura (L), Comprimento (C) e Altura (H). As faces de trabalho do bloco cerâmico devem ser regularizadas com pastas de cimento ou argamassa que possuam resistências mecânicas superiores aos dos blocos em questão.

Deve-se cobrir uma placa indeformável e plana com uma pasta de cimento ou argamassa, que estará recoberta com uma folha de papel ou uma fina camada de óleo vegetal. A face destinada ao assentamento deve ser aplicada sobre essa pasta, de modo a reduzir a espessura no máximo a 3mm, exercendo assim uma força manual sobre o bloco. Assim que a argamassa ou pasta estiver endurecida, retirar os excessos com a espátula e fazer o mesmo procedimento com a face oposta. Obtém-se assim um corpo-de-prova com as duas faces de trabalho devidamente regularizadas e tanto quanto possível paralelas (Figura 2). A superfície onde será realizado o capeamento não deverá ultrapassar  $8 \times 10^2 \text{mm}$  para cada  $4 \times 10^2 \text{mm}$ . No momento do ensaio, o capeamento deve estar uniforme e plano sem nenhum remendo e sua espessura máxima não deve exceder 3mm.

Alternativamente, a regularização da face pode ser feita por uma retífica, substituindo o capeamento. Após as faces regularizadas estarem secas, os blocos devem ser imersos em água no mínimo por 6 horas. Os corpos-de-prova ao serem ensaiados devem sempre estar de modo que a carga aplicada esteja na direção do

esforço que o bloco deve suportar durante seu emprego, sempre perpendicular ao comprimento e na face que será feito o assentamento e devem ser colocados na prensa de modo que seu centro de gravidade esteja no eixo de carga dos pratos da prensa. Proceder ao ensaio de compressão de modo que a tensão aplicada se eleve progressivamente à razão de  $(0,05 \pm 0,01)$  MPa/s, regulando os comandos da prensa.



**Figura 2: Compressão axial do bloco cerâmico**  
**Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.**

Segundo a NBR 15270/1:2005, os valores de resistência à compressão para blocos cerâmicos de vedação aceitáveis são os seguintes:

**Tabela 1: Resistência à compressão ( $f_b$ ) para blocos cerâmicos de vedação**

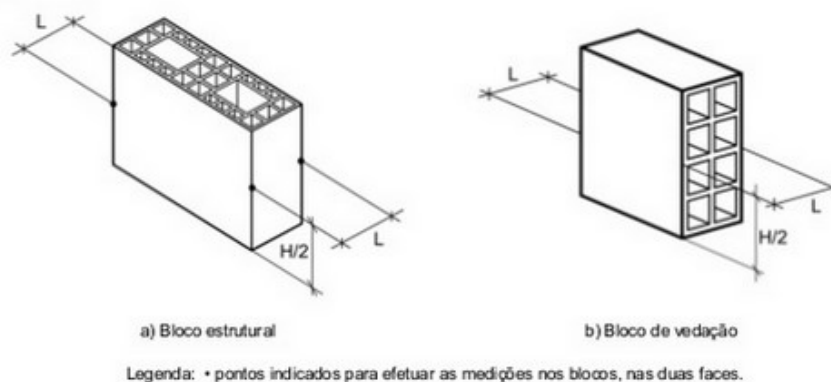
Posição dos furos	$f_b$ MPa
Para blocos usados com furos na horizontal (figura 1)	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical (figura 2)	$\geq 3,0$
NOTA Ver anexo C da ABNT NBR 15270-3:2005.	

**Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.**

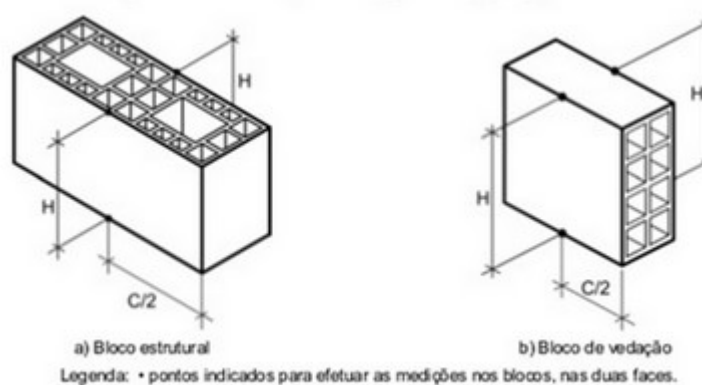
### 2.5.3 Determinação das Características Dimensionais em Bloco Cerâmico

#### 2.5.3.1 Determinação das Medidas das Faces - Dimensões Efetiva

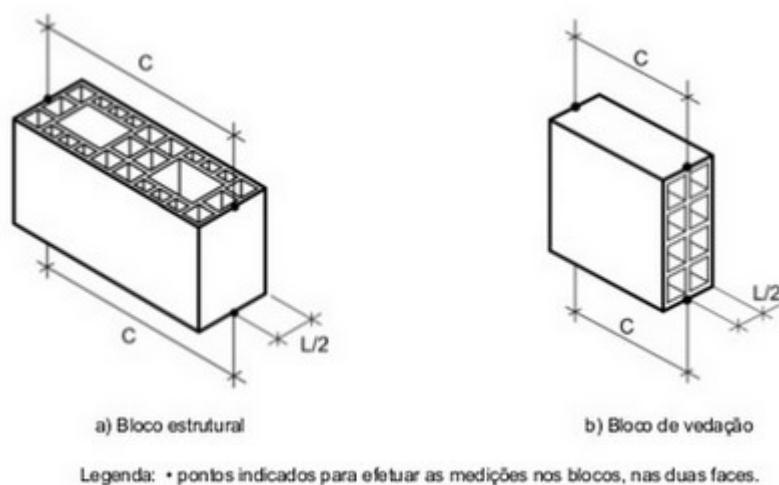
Devem ser obtidos os valores da Largura (L), Comprimento (C) e Altura (H) dos blocos, que devem estar em uma superfície plana e indeformável de acordo com as figuras a seguir:



**Figura 3: Locais para medição da Largura (L) do bloco**  
 Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.



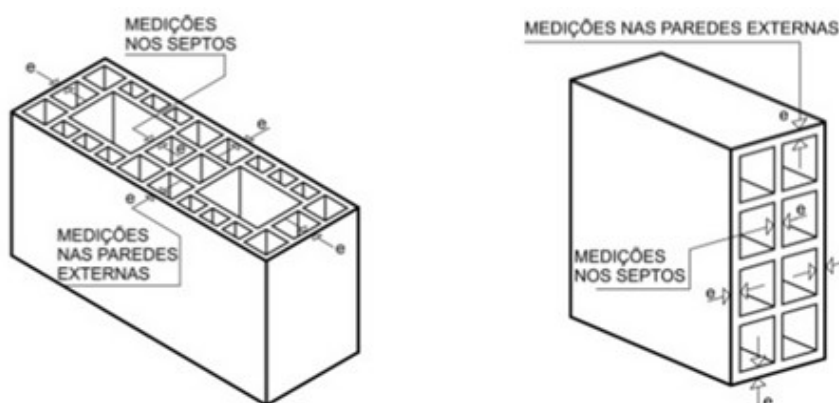
**Figura 4: Locais para medição da Altura (H) do bloco**  
 Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.



**Figura 5: Locais para medição do Comprimento (C) do bloco**  
 Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.

### 2.5.3.2- Determinação da Espessura das Paredes Externas e dos Septos dos Blocos

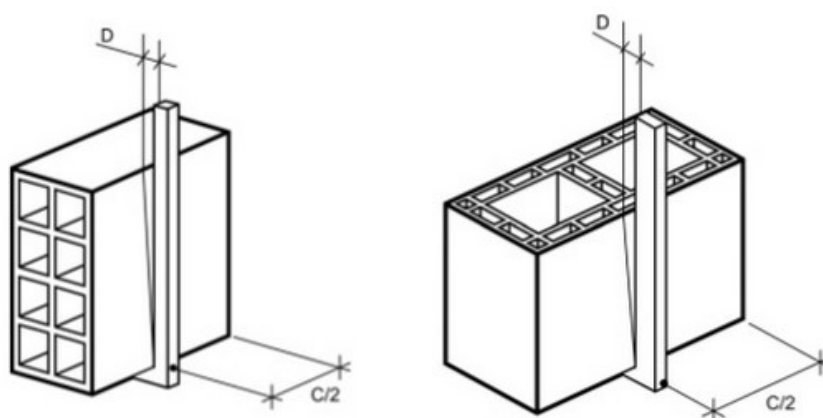
A medida da espessura das paredes externas deve ser feita no mínimo nos pontos indicados da Figura 6 a seguir, buscando sempre o menor valor. E a espessura dos septos devem ser obtidas pelo centro desses, com pelo menos quatro medições.



**Figura 6: Posições esquemáticas para medição das espessuras**  
**Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.**

### 2.5.3.3 Determinação do desvio em relação ao esquadro

Deve-se medir o desvio em relação ao esquadro, utilizando uma régua, entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do bloco, segundo a figura 7 a seguir:

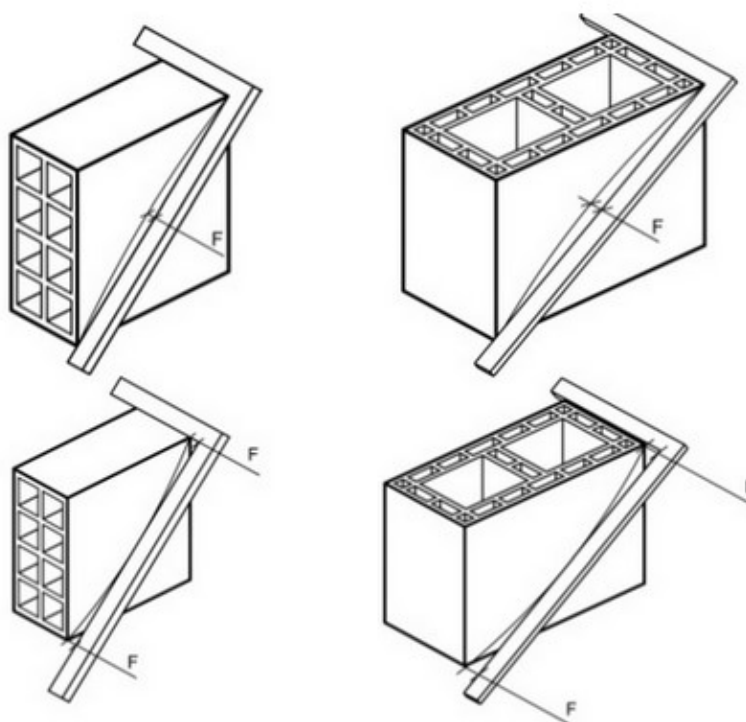


**Figura 7: Desvio em relação ao esquadro**  
**Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.**



### 2.5.3.4 Determinação da Planeza da face (F)

Deve-se determinar a planeza de uma das faces do bloco destinada ao revestimento medindo a flecha formada na diagonal, entre o bloco e o esquadro metálico, utilizando uma régua metálica. O esquema é mostrado a seguir:



**Figura 8: Planeza das faces**  
**Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.**

Para blocos de vedação os valores dimensionais permitidos, são mostrados nas tabelas a seguir, normatizados pela NBR 15270/01:2005.

**Tabela 2: Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas a dimensões efetivas**

Grandezas controladas	Tolerância individual mm
Largura (L)	± 5
Altura (H)	
Comprimento (C)	
NOTA Grandezas controladas conforme tabela 7.	

**Fonte: ABNT NBR15270/3:2005.**

A espessura dos Septos deve ser no mínimo 6mm e das paredes externas de no mínimo 7mm. O desvio em relação ao esquadro (D) deve ser no máximo de 3mm e a Planeza das faces ou flecha (F) deve ser no máximo de 3mm.

## 2.6 ENSAIOS E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA

Os blocos cerâmicos que não atendem às especificações dos ensaios explicados no capítulo anterior ou se quebram durante todo o processo de fabricação, armazenagem ou transporte se tornam inutilizáveis para a função de bloco, tornando assim um resíduo. Nesse capítulo, são explicados alguns possíveis ensaios que podem ser feitos em resíduos cerâmicos para sua caracterização.

### 2.6.1 Análise Granulométrica

No campo da Mecânica dos Solos, a análise granulométrica é dividida em duas fases: peneiramento e sedimentação, segundo a NBR 7181 (ABNT,1984). Na tecnologia de concreto, essa análise consiste de Peneiramento, conforme a NBR 7217 (ABNT, 1987).

As amostras devem ser secas em estufa (105-110°C), e resfriadas à temperatura ambiente. As massas devem ser determinadas como M1 e M2. Encaixam-se as peneiras de forma que se torne um único conjunto de peneiras, que devem estar previamente limpas, com abertura da malha em ordem crescente da base para o topo. Colocam-se porções da amostra no topo do conjunto, evitando formar camadas espessas do material. Após isso, realiza a agitação mecânica do conjunto por um tempo razoável permitindo assim a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grãos da amostra.

Os valores da composição granulométrica dos produtos de cerâmica vermelha segundo Pracidelli e Melchades (1997) estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3: Composição granulométrica (%) em relação a outros produtos**

Tipos de produto	Composição granulométrica (%)		
	< 2 $\mu\text{m}$	2 a 20 $\mu\text{m}$	>20 $\mu\text{m}$
Materiais de qualidade com dificuldade de produção	40 a 50	20 a 40	20 a 30
Telhas, capas	30 a 40	20 a 50	20 a 40
Tijolos furados	20 a 30	20 a 55	20 a 50
Tijolos maciços	15 a 20	20 a 55	25 a 55

Fonte: [http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.phpcodArquivo=134](http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.phpcodArquivo=134).

### 2.6.2 Absorção de água da argila

A argila da cerâmica vermelha é constituída por famílias argilosas que são caracterizadas pela extrema finura das suas partículas e sua quantidade pode variar no interior da massa da cerâmica dos 15% aos 45% em peso (PASCHOAL,2003).

Para a determinação da adequação de argilas para telhas, o valor limite de absorção de água utilizado é de 20%, já para outros produtos é de 25%. Os minerais argilosos possuem diferentes índices de absorção. Uma montmorilonita, por exemplo, absorve mais do que a caulinita (SANTOS, 1992). O índice de absorção de água de uma argila é um dado importante a ser analisado, pois pode trazer muitas informações, uma baixa absorção indica fundente e elevada resistência após a queima (MÁS, 2002). Na tabela 4, está indicada a interpretação dos resultados do ensaio de absorção de água e as características estimadas (MÁS, 2002).

**Tabela 4: Relação entre absorção da água em porcentagem (%) e as características estimadas**

Absorção de água (%)	Característica estimada
10 - 14	Fundente, boa resistência após queima
14 - 16	Poder fundente médio
16 - 18	Fraca, quebra de transporte
18 - 25	Matéria-prima imprestável, possível presença de calcário e gesso

Fonte: [http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.phpcodArquivo=134](http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.phpcodArquivo=134).

### 2.6.3 Porosidade e massa específica aparente

A porosidade aparente é dada pela razão entre o volume de poros abertos do corpo-de-prova e o volume aparente. Já a massa específica aparente é o quociente entre a massa do corpo-de-prova e o volume aparente. Após a retirada dessas medidas é possível obter esses índices, que são importantes para indicar a viabilidade da argila para este fim (IPT,1986).

### 2.6.4 Retração na queima de argilas e misturas

Durante o processo de queima de um corpo de argila acontece a retração, sendo o maior indicador da variação dimensional do produto (MÁS, 2002). Essa retração não deve ultrapassar 8%, no processo de queima da argila (IPT,1986). A tabela 5 mostra valores de retração de alguns argilominerais.

**Tabela 5: Valores de retração de queima de alguns argilominerais**

<b>Argilomineral</b>	<b>Rretração o linear após queima (%)</b>
<b>Caulinita</b>	2-17%
<b>Haloisita</b>	11%
<b>Montmonolita</b>	20%
<b>Ilita</b>	9-15%
<b>Paligosquita</b>	23%

Fonte:[http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.phpcodArquivo=134](http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.phpcodArquivo=134).

## 2.7 ESTUDOS SOBRE O REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA

### 2.7.1 Uso de resíduos cerâmicos em quadras de tênis

Segundo Hendriks (2000), na Holanda os tijolos cerâmicos representam 95% da produção de produtos de cerâmica vermelha. Os resíduos dos mesmos, também conhecidos como chamotes 1%, totalizando 23 t/ano, sendo eles utilizados principalmente em quadra de tênis e pisos batidos (para passeio).

O autor defende o uso nas quadras de tênis, pois dessa maneira o resíduo ganha um maior valor agregado e o nível de controle por órgãos reguladores é menor quando comparada a outras aplicações. Dias (2004) lembra da possível parceria com órgãos públicos ou até mesmo com academias de tênis, deixando mais simples a destinação do resíduo.

O lado negativo dessa forma de aproveitamento é a necessidade de um investimento inicial para a compra da máquina onde deverá ser realizada a moagem, pois os cacos devem ser finamente moídos.

O saibro é um dos tipos de superfícies mais conhecidas pela população em geral, é popularmente feita de terra batida e uma leve camada de pó de tijolo, telha, cerâmica e outros materiais. Essa camada de pó serve para que os tenistas deslizem em quadra, evitando lesões e possibilitando uma chegada mais rápida até a bola.

### 2.7.2 Confeção de argamassa e concreto

Estudos feitos por Paixão (2011) e Paixão (2013) mostram a viabilidade de se utilizar resíduos cerâmicos para a confecção de argamassa para revestimento de alvenaria. Foram utilizados chamotes cerâmicos, produto cerâmico argiloso depois de sofrer queima, como agregado miúdo.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois as argamassas confeccionadas com resíduos cerâmicos tiveram aumento do desempenho mecânico em relação à produzida apenas com adição de areia do rio. Com exceção em relação a resistência à tração, para as idades de 7 e 28 dias, apenas a argamassa confeccionada com o chamote de azulejo apresentou uma diminuição de 37% de desempenho comparada à produzida apenas com adição de areia de rio. Verificou-se que aos 7 e 28 dias, a argamassa confeccionada com chamote de piso apresentou maior ganho de resistência à tração, respectivamente 58 e 111%. Já aos 63 dias o maior ganho foi 57% para a argamassa produzida com chamote de

porcelanato. Em conformidade com os resultados de tensão de tração, as argamassas com chamotes cerâmicos também apresentaram maiores resistências à compressão, quando comparado com argamassas produzidas apenas com areia de rio.

Paixão (2013), afirma que a massa específica da argamassa tende a diminuir com o aumento da proporção agregado reciclado/agregado natural, a maior porosidade intrínseca ao agregado reciclado é uma das maiores causas para que ocorra esta redução. Sabe-se também que quando a massa específica diminuiu, a quantidade de ar existente na argamassa aumenta, ambas propriedades estão diretamente ligadas a trabalhabilidade, sendo assim pode-se concluir que uma argamassa com menor massa específica e maior teor de ar incorporado, apresenta melhor trabalhabilidade.

No mesmo estudo, a autora conclui que é viável a utilização de agregados reciclados nas argamassas de revestimento, porém ressalta que o agregado natural não pode ser 100% substituído.

É possível a utilização de resíduos de blocos de indústrias de cerâmica vermelha em argamassas e concretos em algumas proporções apresentando boas resistências à compressão. Para chegar a essa conclusão, um estudo objetivou apresentar uma alternativa técnica, analisando a influência da reatividade do resíduo de cerâmica vermelha quando adequadamente pulverizado (JÚNIOR e RONDON, 2009). Concluiu-se que o pó cerâmico obtido pela moagem de resíduos de blocos de indústrias de cerâmica vermelha apresenta boas propriedades mineralógicas e atividade pozolânica, e também obteve propriedades mecânicas satisfatórias. Sendo assim, possibilita a utilização da moagem desses resíduos em argamassas e concretos. Além de possuir resultados promissores, a reciclagem de resíduos da construção civil é ampla e possui diversas aplicações e ajuda na preservação ambiental e na melhoria da qualidade de vida da população em geral.

Para a utilização de RCC em concreto estrutural é necessário que suas propriedades em termos de resistência e durabilidade sejam comparáveis às daquelas do concreto fabricado com agregados naturais. Devido a grande diversidade dos resíduos reciclados, não permitindo assim uma uniformidade de propriedades físicas e de composição, a resistência do concreto feito a partir do RCC é menor. Isso

porque o concreto se torna mais vulnerável ao ataque de sulfatos devido sua porosidade afetando sua durabilidade. Portanto, sua aplicação está limitada a estruturas submetidas a pequenas solicitações (MENEZES; PONTES; AFONSO, 2011).

### 2.7.3 Resíduos de Telhas cerâmicas no emprego de camadas de pavimento de baixo custo

Dias (2004) mostra em sua tese a importância da reciclagem para sustentabilidade do setor da cerâmica vermelha, listando e discutindo ganhos ambientais, sociais e até econômicos. Na região estudada foi projetada uma possível execução de 32 quilômetros de base de pavimentos, quando o resíduo é misturado com solo.

Quando se compara o agregado reciclado de telha de cerâmica vermelha com os materiais naturais usualmente empregados na pavimentação no Brasil, as principais conclusões são: absorção mais elevada e massa específica mais baixa.

A experiência utilizando apenas o resíduo cerâmico, não apresentou bons resultados, pois o material quebrava até se transformar em pó, com facilidade tendo assim pouca durabilidade.

A primeira ideia do autor para melhorar o desempenho do resíduo foi sua mistura com o solo, classificado como laterítico, porém as metodologias conhecidas para esse tipo de mistura mostraram-se inadequadas. A próxima tentativa foi de estudar uma metodologia baseada na otimização dos volumes para a mistura, tendo como objetivo a melhor ocupação do volume compactado e como consequência uma melhor distribuição das tensões nos grãos do agregado, prevenindo a quebra. Através de ensaios foi possível chegar na considerada melhor porcentagem de mistura. A proporção final fez com que o valor do CBR diminuísse, porém, os valores obtidos ainda são compatíveis na utilização para camadas de pavimentos de baixo custo. Na opinião do autor os maiores benefícios da mistura final foi a melhor reprodutibilidade dos resultados, justificado em função do ART não mais se quebrar, a ponto de interferir na compactação e o ganho expressivo no valor do módulo de resiliência, um problema encontrado quando foi testado apenas o resíduo, esse novo valor potencializa o uso da mistura em camadas mais nobres do pavimento.

Sendo assim é possível tornar viável a aplicação do ART em emprego camadas de pavimento com baixo volume de tráfego. O autor comenta a necessidade de experiências de campo para ser possível a avaliação das misturas nas condições reais e também porque em laboratório não foi possível conhecer o desempenho ao longo do tempo.

#### 2.7.4 Destinação em aterros sanitários

Segundo Koerner e Daniel (1997 apud WADA, 2010) alguns materiais de construção e demolição podem ser usados no sistema de cobertura final de aterros sanitários. Entre estes materiais encontra-se o resíduo cerâmico, ocupando 63% da fração de materiais recebida (JOHN e AGOPYAN, 2010). Tem-se conhecimento de que os RCC, sem passar por um processo de beneficiamento, vêm sendo utilizado empiricamente em vários centros urbanos como, por exemplo, no aterro metropolitano de Jardim Gramacho, Duque de Caxias – RJ. Sabe-se também que na capital do estado de Minas Gerais, existe um aterro sanitário, em que o resíduo da construção e demolição, tem sido utilizado como camada de cobertura diária, porém com acompanhamento e avaliação da compactação deste material (SIMÕES et al., 2003). A deposição em aterros é um dos métodos mais conhecidos e comentados quando se fala em reaproveitamento de resíduos, porém é considerado ambientalmente incorreto, não gera lucro nenhum ao gerador do resíduo e não reintroduz o material em nenhum outro ciclo produtivo (PAIXÃO, 2013).

#### 2.7.5 Grautes produzidos com agregados de resíduos cerâmicos

Uma alternativa viável para o reaproveitamento dos resíduos de cerâmica vermelha é incorporar esses resíduos em forma de agregado reciclado, aos grautes produzidos (FINGER e TUTIKIAN, 2012). As vantagens são de utilização no próprio local de geração do resíduo, sem necessidade de encaminhamento para beneficiamento ou deposição fora da obra (GIELESER e TUTIKIAN, 2013).

O graute possui a finalidade de preenchimento de blocos e canaletas, possuem propriedades e comportamento distintos dos concretos em geral.



Apresentam consistência necessária para serem bombeadas, fluidez, e ausência de segregação e exsudação (BAUER, 2005).

Para atingir essas propriedades, foi necessária a utilização de cal hidratada em proporções adequadas. O estudo de Gieleser; Tutikian (2003), afirma que o máximo teor de cal hidratada deve ser de 4% para grautes convencionais e considerando que utilizem substituição de 30% do agregado natural por agregado graúdo cerâmico reciclado.

## 2.8 QUADRA DE TÊNIS

A confederação brasileira de tênis dispõe em seu site um arquivo com as regras e normativas do esporte. Nele têm-se como dados oficiais que a quadra deve ser um retângulo de 23,77 m de comprimento por 8,23 m de largura, para os jogos de simples. Para os jogos de duplas e quadra deve medir 10,97 m de largura (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TÊNIS, 2015)

As superfícies, tipos de piso das quadras de tênis mais comuns são:

Saibro: É popularmente é feita de terra batida e uma leve camada de pó de tijolo, telha, cerâmica e muitos outros materiais. A camada de pó tem como serventia evitar consequentes lesões para os atletas, pois ela faz com que os tenistas deslizem com mais facilidade em quadra e aumentar a velocidade de chegada até a bola. Esse tipo de superfície exige manutenção e constante aplicação de água, inclusive durante as partidas.

Grama: A grama deve ser muito bem podada e não pode ultrapassar 8 milímetros de altura, é considerado um piso irregular quando comparado com os demais. Quando comparado com o saibro, a grama oferece pouco atrito para frear a bola, esta que ao deslizar na grama quase não perde velocidade ficando rente ao chão, pode mudar de direção drasticamente dependendo de como toca a superfície. O jogo é mais rápido e a manutenção é alta, pois depois de uso demasiado, o que ocorre durante os torneios, a grama fica desgastada.

Sintética: Também conhecida como quadra de cimento, asfalto ou quadra sintética. Esta é a possivelmente a superfície mais utilizada no nosso Brasil, pois exige pouca manutenção e mais barato para construir. É chamada pelos praticantes do esporte como quadra rápida, devido sua superfície ser bem lisa e muito veloz.

Permite uma boa previsão para onde vai a bola devido a perfeição do piso. A grande maioria das quadras desse tipo possuem um leve sistema de amortecimento de impacto devido as diversas camadas internas que são executadas durante a construção.

### 2.8.1 QUADRAS DE SAIBRO

De acordo com a empresa Pó Piacentini, uma das empresas mais reconhecidas no Brasil no ramo de cobertura de quadra de tênis, localizada na cidade de Saltinho, Estado de São Paulo, a construção de quadras de saibro deve ser realizada em terrenos planos, bem compactados e preferencialmente de composição argilosa (PÓ PIACENTINI, 2015).

Inicialmente deve-se fazer uma moldura com blocos de cimento e cinta de concreto na medida da quadra. Essa moldura deve ter 30cm de altura e ficar parcialmente enterrada. No fundo da mesma é espalhada uma camada de 20cm de altura de cacos de tijolo, que deve ser muito bem compactada com a ajuda de água. Após deve-se cobrir o espaço com uma camada de 20cm de saibro misturado com argila e terra vermelha. Depois da compactação com um rolo pesado, deve-se abrir pequenas valas e fazer sapatas de concreto nos locais onde serão fixados os postes de sustentação da rede. Por último, espalha-se o pó de telha, o que facilita a movimentação dos jogadores. É importante a previsão de caimento de 0,5% nas laterais. A auto drenagem demora cerca de 8 horas e as obras duram em torno de 6 semanas.

Caso a quadra for construída em terrenos irregulares, aterrados, de pouca firmeza ou sobre lençol freático, é necessário prever um contrapiso, fazendo com que seja necessária a execução de um sistema de drenagem.

A manutenção do saibro é considerada trabalhosa. São necessárias frequentes reposições do pó de telha da superfície, molhá-la para mantê-la sempre úmida para garantir a maciez do piso, a firmeza do solo e evitar que o vento levante nuvens de pó. A empresa recomenda que o ideal é varrer e molhar a quadra duas vezes ao dia.

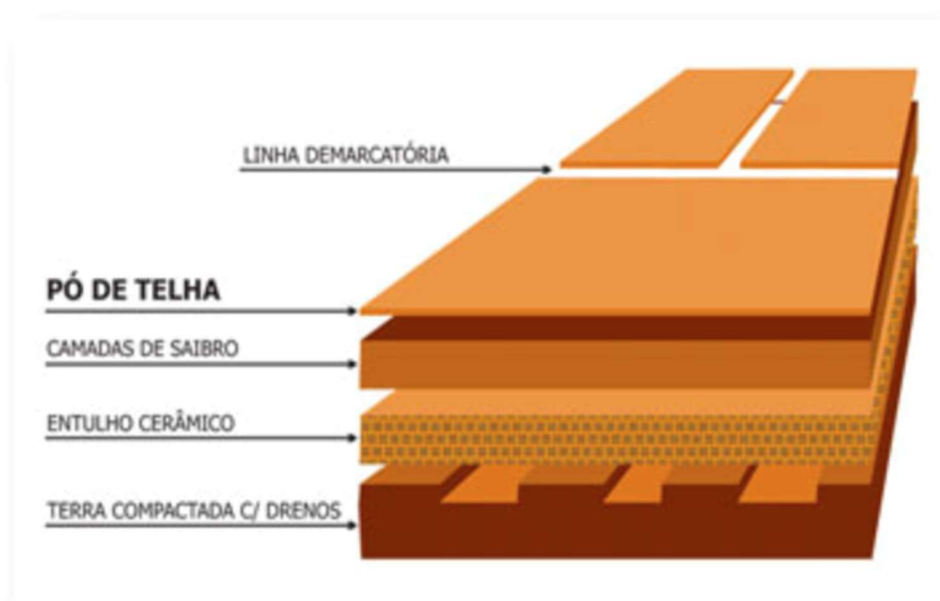


Figura 9: Camadas quadra de Tênis

Fonte: <http://www.popiacentini.com.br/dicas.html>.

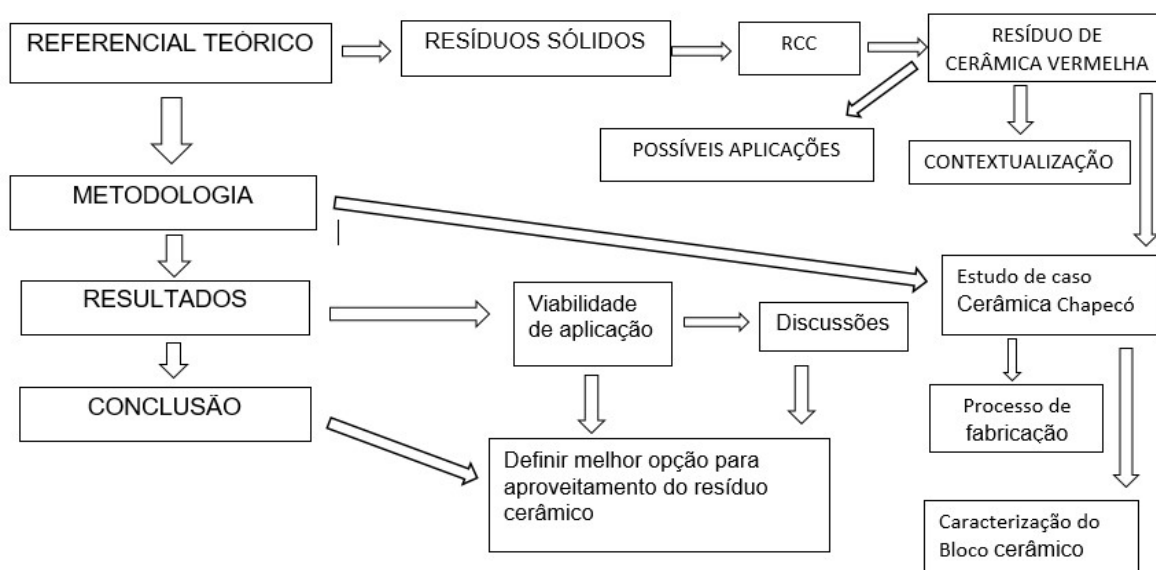
### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi organizado em duas seções distintas: revisão teórica e procedimentos práticos. Enquanto a primeira consiste na contextualização do tema, embasada na revisão bibliográfica sobre os possíveis métodos de reutilização de resíduos praticados no Brasil. A segunda baseia-se em uma investigação do processo produtivo e análise das características do produto final avaliado no estudo de caso.

A parte prática consiste em transformar o resíduo no produto pré-estabelecido anteriormente, concluindo se a escolha atendeu as expectativas do trabalho e indicando a viabilidade da mesma ser realizada em grande escala. Nesta fase foram realizadas várias ligações para a obtenção de informações específicas, além de entrevistas e visitas aos lugares de interesse, que serão explicados a seguir.

Na Figura 10 está apresentado o fluxograma do trabalho, com detalhamento das partes anteriormente citadas.



**Figura 10: Fluxograma das atividades**  
**Fonte: Autoria própria.**

## 3.2 VISITA À OLARIA CHAPECÓ- ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo de caso é a Cerâmica Chapecó LTDA, localizada na Rua Antônio Schimitz– Distrito de Marechal Bormann que pertence a cidade de Chapecó – Santa Catarina. A empresa é do tipo familiar e tem mais de 50 anos de atuação. O local onde se encontra nos dias de hoje e a base da cerâmica atual foram inauguradas em dezembro de 1993. Além de blocos cerâmicos, em outras épocas havia produção de telhas, porém devido à demanda do mercado esse processo foi finalizado e optou-se por aumentar a produção dos blocos.

No ano de 2015, de acordo com Gilmar Badalotti (2015, contato pessoal), a produção está em torno de 600.000 peças por mês, sendo 85% da capacidade fabril. O bloco mais produzido é o 9x14x24cm, sendo esse responsável por 60% da produção.

### 3.2.1 Processo de Fabricação do Bloco Cerâmico na Cerâmica Chapecó

O processo fabril é um fator determinante na produção de resíduos cerâmicos, pois está diretamente ligado à qualidade do bloco. Caso os blocos cerâmicos não estejam conforme os limites determinados nos ensaios citados no item 2.5, esses não podem ser comercializados, sendo assim, passam a ser considerados resíduos. Desta forma descrever o processo produtivo do estudo de caso passa a ter uma grande importância, pois se ele é feito de forma correta todas as cargas produzidas serão aprovadas, diminuindo o prejuízo para a empresa e consequentemente a produção de resíduos.

#### 3.2.1.1 Extração e preparação da massa argilosa

A argila utilizada pela Cerâmica Chapecó é natural, encontrada em uma jazida licenciada próxima a cidade de Chapecó. O material é estocado no terreno da indústria em montes, conforme coleta, e utilizado após aproximadamente três anos.



**Figura 11: Disposição do solo tipo 1**  
**Fonte: Acervo próprio.**



**Figura 12: Detalhe do solo tipo 1**  
**Fonte: Acervo próprio.**



**Figura 13: Disposição do solo tipo 2**  
**Fonte: Acervo próprio.**



**Figura 14: Disposição do solo tipo 3**  
**Fonte: Acervo próprio.**

A mistura para utilização no tijolo cerâmico é feita pela medida de unidades de caçamba, onde 50% é do solo tipo 2, 41,67% do solo tipo 1 e 8,33% do tipo 3.



**Figura 15: Mistura pronta para uso**  
Fonte: Acervo próprio.

Posteriormente acontece a homogeneização e a redução da granulometria, dando início fabricação em si. A redução ocorre em três etapas, primeiramente passa pelo desintegrador, depois pelo misturador e por último a laminação.



**Figura 16: Mistura após passando pelo desintegrador**  
Fonte: Acervo próprio.



**Figura 17: Detalhe do misturador**  
Fonte: Acervo próprio.





**Figura 18: Mistura após passar pelo laminador**  
**Fonte: Acervo próprio.**

De acordo com Gilberto Badalotti (2015), proprietário da cerâmica, a argila final utilizada no estabelecimento para a confecção dos blocos cerâmicos não tem adição de aditivos e a mistura é conferida por ensaios realizados semanalmente no laboratório da empresa, que serão descritos no próximo capítulo, sempre respeitando os valores determinados nos ensaios de caracterização. Também pode ser classificada como semiúmida e dura ou semidura.

### 3.2.3 Conformação do produto

A forma de moldagem dos blocos é a extrusão e atualmente existem quatro moldes para fabricação: 9 x 14 x 24; 11,5x14x24; 11,5x19x24; 14x19x24, todas as medidas em centímetros.



**Figura 19: Moldes que definem o tamanho do bloco cerâmico**  
**Fonte: Acervo próprio.**



**Figura 20: Maromba**  
Fonte: Acervo próprio.



**Figura 21: Corte dos blocos cerâmicos**  
Fonte: Acervo próprio.

Após determinado o formato, o corte é realizado também por máquina e após os blocos cerâmicos são colocados manualmente nos vagões para secagem.

#### 3.2.4 Secagem

O método utilizado pela empresa depende principalmente da época do ano, no verão, o clima chapecoense é quente e seco, sendo a secagem natural o melhor método, porém a cidade também tem grande incidência de temperaturas baixas sendo necessária a secagem artificial.

Os blocos cerâmicos são empilhados em vagões de aço galvanizado quando ocorre a secagem artificial e de aço e madeira no processo natural.



**Figura 22: Secagem natural**  
Fonte: Acervo próprio.



**Figura 23: Blocos empilhados para a secagem artificial**  
Fonte: Acervo próprio.

O método artificial ocorre com o aproveitamento de calor fornecido pelo forno aquecendo a estufa, onde a temperatura aproximada é de 100°C.



**Figura 24: Detalhe para o reaproveitamento de calor no aquecimento da estufa**  
**Fonte: Acervo próprio.**

### 3.2.5 Queima

O forno, principal elemento nesse processo, presente na cerâmica em questão é o chamado de túnel, que se encaixa na categoria de contínuo, e o elemento de combustão é a serragem. Os blocos são retirados manualmente após a estufa e empilhados nos vagões.



**Figura 25: Blocos sendo empilhados manualmente para a queima**  
**Fonte: Acervo próprio.**

O tempo de queima costuma ser de 1 hora e 12 minutos e a temperatura é em torno de 820°C.

### 3.2.6 Queima

Após a queima, os elementos cerâmicos ficam esfriando durante um tempo, esse tempo é variável conforme a temperatura do ambiente, para ocorrer a etapa da paletização.



**Figura 26: Máquina empacotadora**  
**Fonte: Acervo próprio**



**Figura 27: Blocos cerâmicos estocados**  
**Fonte: Acervo próprio.**

### 3.3 BUSCA POR INFORMAÇÕES DE ALTERNATIVAS PARA APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS CERÂMICOS

Primeiramente, entrou-se em contato com 16 associações de olarias/cerâmicas e órgãos ambientais reguladores do Brasil. O objetivo foi de obter informações sobre medidas de tratamento ou destinação dos resíduos cerâmicos provenientes de olarias já existentes. Essa busca não surtiu efeito positivo ao trabalho, visto que algumas associações preferiram não passar informações, e quando houve troca de dados as soluções apresentadas não eram aplicáveis ao estudo em questão, como o uso desses resíduos na confecção de aterros de inertes.

Através de artigos científicos, revistas relacionadas ao tema e conversas com

especialistas foram escolhidas cinco opções de reaproveitamento para o resíduo em questão. Após pesquisas, realizou-se uma reunião com os proprietários da Cerâmica Chapecó no dia 19 de setembro de 2015, onde foram apresentadas as alternativas encontradas na pesquisa bibliográfica e de mercado (órgãos ambientais e associações). Durante a reunião foram avaliadas as perspectivas e possibilidades de adoção de cada uma das alternativas encontradas junto à Cerâmica Chapecó. Concluiu-se que quatro das alternativas mostraram-se inviáveis, restando a utilização uso de resíduos cerâmicos em quadras de tênis como potencial alternativa para investigação complementar.

Foi realizada uma nova busca por informações para o uso dos resíduos cerâmicos para a produção de pó cerâmico, conhecido popularmente como pó de telha, para uso específico em construções de quadra de tênis de saibro. Para isso, realizou-se uma pesquisa via internet sobre as empresas construtoras desse tipo de quadra. Os dados encontrados não se tratavam de empresas curitubanas impossibilitando a realização de visita às mesmas. Sendo assim, optou-se por contatar escolas de tênis de Curitiba, para localização das respectivas construtoras de suas quadras.

Os telefonemas foram feitos para as seguintes escolas de tênis:

- 1) CIA DA BOLA
- 2) BARIGUI TENNIS
- 3) ACADEMIA MARCO SILVA
- 4) ATC
- 5) PRIETO TÊNIS
- 6) ECO TÊNIS
- 7) DIDIER RAYON ACADEMIA
- 8) ACADEMIA DE TÊNIS ENRIQUE PEREZ
- 9) DPP ESCOLA DE TÊNIS
- 10) ACADEMIA DE TÊNIS IVO RIBEIRO
- 11) ACADEMIA DM TENIS

## 12) FUTURE TENIS

## 13) ACADEMIA DE TENIS CORADIN

Através das 13 escolas, obtiveram-se apenas dois contatos: Agm Pisos Esportivos e Pereira Quadras Esportivas. Por motivos administrativos a empresa Agm Pisos Esportivos não pode repassar informações. Após contato, foi realizada uma visita a segunda empresa no dia 06/11/2015, onde foi realizada uma entrevista com o senhor José Pereira da Silva, responsável pela empresa e pela construção das quadras.

As informações obtidas na visita são apresentadas no item 4.

### 3.3.1 Processo de construção da quadra de tênis

Através da visita a empresa Pereira Quadras Esportivas, obteve-se as informações de como são construídas as quadras de tênis de saibro efetuadas pela empresa entrevistada, esse processo vale a pena ser enfatizado pelo fato de existirem várias formas diferentes de construção.

O processo se inicia com a busca de matéria-prima, blocos e telhas cerâmicos, para confecção do pó. Usualmente o material utilizado pela empresa provém de demolição. Após isso, devem-se moer os materiais em um triturador, nesse caso com 20 CV de potência, para resultar em pó. Esse pó pode ter três granulometrias distintas, as peneiras, neste caso, são numeradas de 1 a 3, sendo que a primeira resultará em um material mais fino e a última mais grosso. O resultado desse processo é embalado em sacos de 40 kg.

José (2015) ressalta que a quadra feita com o pó mais fino exige mais manutenção devido ao peso da partícula, sendo assim, é mais utilizada em quadras cobertas ou escolas de tênis com maior poder aquisitivo.

A quadra total tem área total de 648m<sup>2</sup>(18mx36m). A construção se inicia com a terraplanagem do terreno para nivelar o solo. O caimento é iniciado no meio da quadra em direção às bordas, a porcentagem de caída depende de cada cliente, porém gira em torno de 7% dos 18 metros totais. Deve-se instalar um dreno central,

tipo espinha de peixe, e cobri-lo com brita 2 (diâmetro máximo de 25mm), direcionando a água para caixas coletoras, instaladas duas em cada canto extremo da quadra. Após esse processo, espalha-se o saibro pela quadra e através de um rolo pesado é realizada a compactação. Como acabamento é “jogado”o pó de telha por toda a área de quadra e espalhado com auxílio de raspadores e escovões. A reposição desse pó depende do clima, se há ou não cobertura da quadra e o granulometria do material escolhido. Após isso, fixa-se os postes no meio do comprimento, em lados opostos, para colocação da rede.

José (2015) enfatizou o fato de que qualquer material de cerâmica vermelha pode ser utilizado, não importando seu tamanho, sua umidade ou até mesmo a temperatura que o material esteja exposto. Como única exigência tem-se que o resíduo não pode estar contaminado com outros tipos de materiais, tais como: tintas, vestígios de alvenaria, concreto, cimento, gesso, etc. Depois de ensacados, deve-se deixar os sacos em local protegido a chuva. Sendo assim, não foi necessária a realização dos ensaios descritos no item 2.6.

### 3.3.2 Detalhes da produção

#### 3.3.2.1 Maquinário

Para a moagem do material é utilizado um Triturador de Entulhos 20 CV trifásico, mostrado na figura 27:





**Figura 28: Triturador**  
**Fonte: Acervo próprio.**

### 3.3.2.2 Armazenamento

Os sacos de 40 kg do pó cerâmico após ser moído são empilhados e cobertos para proteção.



**Figura 29: Armazenamento dos sacos de pó**  
**Fonte: Acervo próprio.**

### 3.3.2.3 Material moído

Todo material moído é colocado em um carrinho de mão para ser ensacado posteriormente.



**Figura 30: Pó cerâmico**  
Fonte: Acervo próprio.

### 3.3.2.4 Saibro

O saibro utilizado para a compactação do solo da quadra é armazenado em pilhas no lado externo da empresa.



**Figura 31: Saibro**  
Fonte: Acervo próprio

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item constam as informações necessárias para a viabilidade técnica e financeira de transformação do resíduo cerâmico em um produto comercial, pó de telha para quadras de tênis feitas de saibro. Além disso, estão descritas as justificativas que impossibilitaram quatro, das cinco opções apresentadas aos proprietários da olaria. Bem como, as vantagens e desvantagens da opção escolhida.

### 4.1 DEMANDA QUADRA DE TÊNIS

Para melhor análise de viabilidade de transformação do resíduo em pó cerâmico, foram levantadas algumas informações para quantificar a demanda. Nas Tabelas 6 e 7, são apresentados os valores necessários de pó de telha para construção de uma quadra de tênis e sua respectiva manutenção.

**Tabela 6- Proporção de materiais utilizados em uma quadra convencional**

<b>Construção</b>		
<b>Dimensão (m)</b>	<b>Volume de Saibro (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Quantidade de pó cerâmico</b>
18 x 36	60	25 sacos de 40 kg = 1000 kg

Fonte: Autor.

**Tabela 7- Parâmetros para realização da manutenção**

<b>Manutenção</b>		
<b>Tempo atmosférico</b>	<b>Intervalo de manutenção</b>	<b>Quantidade de pó cerâmico</b>
Bom	15 dias	6 sacos de 40 kg = 240 kg
Nublado	12 dias	7 sacos de 40 kg = 280 kg
Chuvoso	10 dias	8 sacos de 40 kg = 320 kg

Fonte: Autor.

#### 4.1.2 GERAÇÃO DE RESÍDUO CERÂMICO

##### Produção Cerâmica Chapecó

As informações obtidas pelo sistema de controle da Cerâmica Chapecó, referente a produção, perda e devolução no ano, foram apresentadas na tabela 8.

**Tabela 8- Estatísticas de perda e devolução Cerâmica Chapecó**

Produção anual	Cargas defeituosas	Devolução clientes
7200000 blocos	40000 blocos	180000 blocos

Fonte: Autor.

Após pesagem de uma amostragem dos blocos de 9 x14 x 24 cm da Cerâmica Chapecó, obteve-se que o valor médio da massa de cada bloco é 3,93 kg. Multiplicando o valor da massa pela quantidade de blocos de devolução e cargas defeituosas totaliza 864600 kg por ano. Sendo assim a quantidade de geração de resíduo cerâmico da olaria em questão é alta e compatível com a demanda necessária para a construção de quadra de tênis, que apresentada nas tabelas anteriores é bem alta.

Analisando as Tabelas 6 e 7, é possível ter conhecimento que mesmo para condições atmosféricas favoráveis, o intervalo de manutenção e a quantidade demandada de pó cerâmico são bastante significativos. Para essas mesmas condições favoráveis a quantidade de material gasto na manutenção da quadra equivale a aproximadamente 25% do total de pó cerâmico gasto na execução da mesma, podendo esse percentual chegar até 32% em condições atmosféricas desfavoráveis, comprovando assim a alta demanda deste material.

## 4.2 VIABILIDADE DE NEGÓCIO

Após observar a demanda da utilização dos resíduos o próximo passo foi analisar a viabilidade econômica.

### 4.2.1 Viabilidade econômica

O investimento necessário para o negócio seria apenas a compra do triturador de entulhos e os sacos para a embalagem do pó. Para saber os valores de mercado, foi feito um orçamento para Triturador de Entulho trifásico com a empresa Komplet. Para os sacos de ráfia, o orçamento foi feita com a empresa Revalflex e para o pó cerâmico contactou a empresa Pó Piacentini.

Tabela 9- Investimento inicial

Investimento		
Item	Descrição	Preço
Triturador de Entulho	TE 2m Trifásico	R\$ 15500,00 - R\$ 19000,00
Sacos de Ráfia	Sacos de 40 kg	R\$ 0,60 - R\$1,00 Unidade

Fonte: Autor.

Tabela 10- Retorno financeiro

RETORNO FINANCEIRO		
Item	Preço por kg	Preço por saco (40 kg)
Pó de telha	R\$ 0,40	R\$ 16,00

Fonte: Autor.

Considerando que a Cerâmica Chapecó forneça o pó cerâmico para a construção de duas quadras de tênis e suas respectivas manutenções é possível determinar que em dois anos o investimento inicial é quitado. Considerando o preço do motor R\$17.300,00 o saco R\$ 0,75 a unidade. Como a venda por R\$ 0,50 foi um orçamento repassado por uma empresa especializada no serviço, o preço implantado nesse caso foi 20% menor, sendo assim, R\$ 0,40.

#### 4.2.1.1 Simulação de retorno financeiro

Para análise de retorno financeiro é necessário determinar as variáveis consideráveis para a construção e manutenção de uma quadra de tênis. Para a manutenção e construção, as variáveis em questão são o tempo atmosférico, quantidade de pó por manutenção, quantidade de pó para construção, como apresentado no item 4.1.

Para determinar o tempo atmosférico na cidade de Chapéco, levou se em consideração o gráfico apresentado na Figura 32, a seguir.

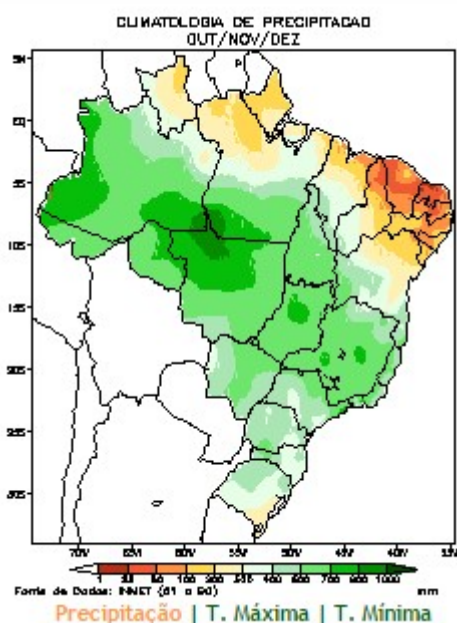


**Figura 32: Gráfico climático da cidade de Chapecó**

Fonte: <http://pt.climate-data.org/location/4486/>.

Analisando a variável de precipitação, pode-se observar que Março é o mês mais seco com 129mm de precipitação, enquanto o mês de Outubro possui 198mm. Fazendo uma média das precipitações de todos os meses do ano, obtem-se uma precipitação de 176,45 mm. ). Um milímetro de chuva corresponde a 1 litro por metro quadrado de água sobre a superfície. Todos os valores de precipitação são expressos em milímetros (mm) de água líquida equivalente para o intervalo de tempo precedente (ou em polegadas, segundo o Meteoblue Water (2015).

Para a melhor escolha do parâmetro tempo atmosférico, é necessário saber as máximas e mínimas precipitações do Brasil e comparar com a media de precipitação da cidade de Chapecó. Na figura 32, são apresentadas essas informações.



**Figura 33: Climatologia de precipitação do Brasil do último trimestre de 2015.**  
**Fonte: <http://infoclima.cptec.inpe.br/>**

Analisando a Figura 33, é possível concluir que No Norte do Mato Grosso, é observada o maior índice de precipitação, 900mm. Já na Região Nordeste, ainda predomina o período de estiagem e os totais acumulados são mais baixos, em média 62,5 mm. O gráfico é o total acumulado em um trimestre, dividindo as médias por três, a fim de encontrar o índice mensal resulta em 300mm- 20,83 mm. Sendo assim, a média entre a máxima e a mínima resulta em 160,41mm. Como a média mensal de Chapecó, analisada na Figura 31, é de 176,45mm podemos adotar que o tempo atmosférico está na mediana entre dois extremos, sendo portanto adotado com Nublado.

**Tabela 11 – Valores obtidos pela manutenção de 1 quadra**

Tempo atm	Manutenção				Manutenção por 2 anos
	Pó/ manutenção (kg)	Manutenções/ ano	Pó/ ano (kg)	Preço do pó/ano	
Nublado	280	30,42	8516,67	R\$ 4.258,33	R\$ 8.516,67

**Fonte: Autor.**

Para a construção de uma quadra utiliza-se 1000kg de pó cerâmico, multiplicando pelo valor adotado a ser vendido o pó, R\$0,40 resulta em R\$400,00. Portanto, para a construção e manutenção de uma quadra por dois anos o retorno financeiro seria: 2\* R\$ R\$400,00 ( construção) + R\$8516,67 (manutenção), totalizando R\$9316,67. Considerando a manutenção e construção de duas quadras

de tênis, o retorno seria R\$18633,35. Concluindo que em dois anos, o investimento inicial seria pago.

### 4.3 DISCUSSÕES

Conforme citado anteriormente, na reunião com os proprietários da empresa estudo de caso desse trabalho foram discutidas as opções para aproveitamento do resíduo cerâmico e descartada quatro opções. Os motivos estão listados abaixo.

A produção de argamassas e concretos já era uma possibilidade conhecida pela Cerâmica Chapecó. De acordo com Gilberto Badalotti ela não é muito viável para a empresa, pois na cidade de Chapecó poucas instituições demonstram interesse em fazer isso, além do que a quantidade de resíduos gerada não é uniforme e seria necessário a criação de uma logística de transporte etc. Anos atrás foi entrado em contato com a universidade da cidade para doação do material depositado no terreno da empresa, para realização de estudos, mas devido a burocracia isso não foi possível. Sendo assim essa opção foi descartada.

A opção de aterro sanitário, mesmo sendo simples possui alguns aspectos negativos. Primeiramente, não gera lucro aos proprietários, além de não ser uma opção ambientalmente correta. Além de que, o resíduo não estaria em um novo ciclo produtivo.

O resíduo gerado ainda teria que ser misturado com solo para obter um melhor desempenho no uso em pavimentos de baixo custo. A olria possui variados tipos de solo com fácil acesso no seu terreno, porém estes são utilizados na confecção dos blocos e não interessou aos proprietários a utilização dos mesmos para outros fins. Além do que ainda seria necessária a estocagem até uma certa quantidade de material, ocupando um local indesejado na Cerâmica Chapecó, pois não seria viável levar pequenas quantidades até o local escolhido como destino.

No graute podem ser reaproveitados vários tipos de resíduos, um deles é o cerâmico. Porém por ser considerado um tipo específico de concreto, possui processo de fabricação bem distinto ao existente no encontrado na Cerâmica. Sendo assim o resíduo deveria ser encaminhado a uma outra empresa. Na cidade de Chapecó não há empresas produtoras de graute, o material é comprado em lojas de



materiais de construção, sendo assim, devido principalmente a este fator, a utilização em graute não poderia ser realizada.

Desta forma o uso em quadras de tênis foi o mais motivador para os donos Gilberto e Gilmar Badalotti. Considerada por ambos uma solução rápida e prática, que a princípio não envolveria muitos custos adicionais, não ocuparia um grande espaço na olaria, o estoque do material seria de forma simples (apenas ensacar e proteger da chuva) e ainda comentaram na possibilidade da criação de uma possível parceria entre escolas de tênis conhecidas ou até mesmo com a prefeitura da cidade para uso nas quadras municipais, ajudando pessoas de menor poder aquisitivo. Sendo assim a tentativa de reaproveitamento do trabalho de conclusão de curso foi essa.

Na Tabela 12, apresentou-se um resumo comparativo com as cinco opções apresentadas aos proprietários da Cerâmica Chapecó.

**Tabela 12- Vantagens e Desvantagens das alternativas de aproveitamento**

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Produção de argamassas e concretos</b>	Método já conhecido pelas autoras e proprietário da olaria; Facilidade na pesquisa devido a existência de muitos artigos relacionados ao assunto; Material seria introduzido em outro ciclo produtivo.	Necessita de uma produção contínua de resíduos; Falta de interesse das outras instituições envolvidas no processo de produção.
<b>Pavimentos de baixo custo</b>	O resíduo poderia apresentar qualquer granulometria; Não seria necessária a execução de ensaios de caracterização;	Necessidade de estocagem; Distância de entrega variável; Seria necessária a busca por outro solo, acomodação do mesmo e mistura deste com o resíduo antes do encaminhamento para o reaproveitamento; Dificilmente geraria lucro;
<b>Graute</b>	Possível geração de lucro; Material seria introduzido em outro ciclo produtivo; Fácil comercialização	Não há fábrica de graute na cidade onde a olaria se localiza; Alto investimento em maquinário; Necessidade de um espaço considerável para instalação da fábrica.
<b>Aterro</b>	Método conhecido pelos proprietários; Fácil deposição e transporte até o destino final; Método simples, não necessitando de uma preparação do resíduo antes do mesmo ser encaminhado para o destino final.	Não gera lucros; Ambientalmente incorreto; O material não seria introduzido em outro ciclo produtivo.
<b>Pó de telha para quadra de tênis</b>	Baixo investimento inicial; Resíduo não necessita de beneficiamento prévio; Simples processo de fabricação; Ocupa pouco espaço fabril; Não necessita de mão de obra especializada.	Não foram encontradas desvantagens.

Fonte: Autor.

Tabela 13- Apresentação dos critérios de escolha do pó cerâmico

Apresentação dos critérios de escolha do pó cerâmico								
Critérios	Custo	Implantação do negócio	Mercado consumidor	Beneficiamento prévio	Lucro	Processo de fabricação	Possíveis parcerias	Mão de Obra
<b>Avaliação</b>	Baixo	Há espaço para implantação na olaria, Logística simples e financeiramente viável.	Existente e acessível	Não necessário	Retorno financeiro rápido	Simple e rápido	Academias de tênis e Prefeitura de Chapecó	Não necessita de mão de obra especializada

Fonte: Autor.

## 5 CONCLUSÃO

Após pesquisa bibliográfica foi possível concluir que existe uma vasta gama de possibilidades quando se analisa aproveitamento de resíduos da construção civil. Os resíduos cerâmicos são um dos quatro principais materiais que constituem o RCC. Entre as inúmeras opções encontradas para aproveitamento desse tipo de resíduo, foram selecionadas cinco para possível uso no estudo de caso em questão. Após discussão com os proprietários, onde foram apresentadas e analisadas todas as opções (produção de argamassas e concretos, uso em pavimento de baixo custo, produção de graute, deposição em aterro e pó cerâmico para uso em quadras de tênis de saibro), foi decidido que o meio de aproveitamento escolhido seria transformar os resíduos em pó cerâmico.

Há diversas possibilidades quando se pensa em aproveitamento de resíduos da construção civil. Os resíduos de cerâmica vermelha são apenas um dos diversos grupos que o RCC pode ser dividido. Entre as vastas opções encontradas para aproveitamento desse tipo de resíduo, foram selecionadas cinco para possível uso no estudo de caso em questão. Após discussão com os proprietários foram descartadas quatro opções, restando apenas uma.

O método escolhido não exigia do resíduo características singulares, como umidade, temperatura, granulometria, entre outras. Sendo assim não foi necessária a execução de ensaios para comparação e verificação do resíduo existente na Cerâmica Chapecó com o utilizado na empresa visitada. A única exigência era que o mesmo deveria ser "puro", não estar contaminado por outros materiais. Como na olaria são produzidos e transportados apenas blocos cerâmicos todo o resíduo produzido no local já estaria de acordo com o exigido. A empresa exige de seus clientes, que ao realizar a logística reversa, seja devolvido apenas materiais de cerâmica vermelha. Dessa forma foi possível concluir que todo resíduo poderia ser aproveitado.

A opção de uso dos resíduos em quadras de tênis superou as expectativas não só das autoras do trabalho, como também dos proprietários da Cerâmica Chapecó.

Após observar a demanda da utilização dos resíduos, foi possível concluir a compatibilidade de demanda de resíduos necessários para construção e manutenção com os resíduos gerados.

Em questões financeiras, o investimento inicial foi considerado abaixo do esperado e o retorno em aproximadamente 3 anos é curto. Vale a pena ressaltar que algo que antes causava incomodo, após esse período de tempo irá se transformar em lucro.

Analisando a logística do negócio a ser implantado, ela é simples e prática. Não será necessário mudanças no espaço fabril para instalação da máquina e estocagem dos sacos. Em relação a funcionários, não é necessária nova contratação, o treinamento para realização da atividade não é complexo, precisando de poucas instruções e pode ser realizada em períodos esporádicos, principalmente em dias com menor produção (normalmente em dias chuvosos). Quando se pensa no transporte, a entrega poderia acontecer junto com a carga de blocos cerâmicos.

No âmbito social, foi pensada a hipótese de parceria com a Prefeitura Municipal de Chapecó para fornecimento do produto com um preço menor do que o encontrado no mercado e também na possível doação de uma parte do produto fabricado para ser utilizado nas quadras sociais existentes na cidade, ajudando pessoas com menor poder aquisitivo.

A questão ambiental foi considerada a mais vantajosa entre todas as apresentadas anteriormente. Algo que antes era considerada um incomodo para várias classes de uma linha de consumo (produtor, consumidores primários e secundários), passou a ser útil, podendo ser relacionada a programas sociais e ainda por cima ter a chance de gerar lucro.

## REFERÊNCIAS

ABCERAM – Associação Brasileira De Cerâmica. Disponível em  
<<http://www.abceram.org.br/site/>> Acesso em 20 de abril de 2015.

ÂNGULO, S. C. et al., 2001. **Utilização de Pilhas de Homogeneização para Controle de Agregados Miúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. In: CONSTRUÇÃO 2001: por uma construção sustentável, pp. 713-720, Lisboa

ANICER – Associação Nacional De Indústria Cerâmica. Disponível em  
<<http://www.anicer.com.br/>> Acesso em 25 de abril de 2015.

Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2013.

Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2012.

Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270/1: Componentes cerâmicos /Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270/2: Componentes cerâmicos /Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270/3: Componentes cerâmicos /Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade.** Riode Janeiro, 1984, Corrigida em 1988.

\_\_\_\_\_. **NBR 7181: Análise granulométrica de solos.** Riode Janeiro, 1984, Corrigida em 1988.

\_\_\_\_\_. **NBR 7217: Agregados - Determinação da composição granulométrica.** Riode Janeiro, 2003. Cancelada e substituída por ABNT NBR NM 248:2003.

BAUER, E. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações.** São Paulo: Ibracon, 2005. v. 2.

BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos,** Brasília (2012).

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 307.** Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 448.** Brasília, 2012b.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 431/11.** Brasília, 2012b

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TÊNIS. Disponível em < [www.cbtenis.com.br](http://www.cbtenis.com.br) >. Acesso em 10 de Outubro de 2015.

DADAM, A. P. **Análise Térmica de um Forno Túnel Utilizado na Indústria Cerâmica Vermelha.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DANTAS NETO, S. A. **Apostila para a Matéria de Mecânica dos solos.** Universidade Federal do Ceará, Ceará 2007.

DIAS, J. F. **Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo.** Universidade de São Paulo, 2004.

FIESC, **Manual técnico para diagnóstico energético em indústrias de cerâmica vermelha**. Florianópolis, 1999, 81p.

FINGER, F.; TUTIKIAN, B. **Graute Para Alvenaria Estrutural: descrição, análise e proposta de melhorias para o processo de uma empresa construtora**. Salvador: Ibracon, 2012.

GIESELER, S. E.; TUTIKIAN, B. F. **Estudo de grautes produzidos com agregado reciclado de resíduo de bloco cerâmico incorporando teores de cal hidratada**. AmbienteConstruído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 303-315, jul./set. 2013.

HENDRIKS, C.F.; NIJKERK, A.A.; VAN KOPPEN, A.E. **The buildingcycle**. Best, Netherlands, Aeneas, 233p, 2000.

HIEGO TENIS, Disponível em <<http://hiegotenis.blogspot.com.br/2012/02/saiba-tudo-sobre-as-quadradas-de-tenis.html>> Acesso em 21 de Outubro de 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.  
**Manual de procedimentos para a indústria de cerâmica vermelha(estrutural)**. Relatório n.24422. São Paulo, 1986. 186p.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Governo Federal, 2012.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos na construção**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LUCENA, L. F. L.; NEVES, G. A.; NASCIMENTO, J. D.; OLIVEIRA, D. F., 2005.  
**Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil no Município de Campina Grande**. Porto Alegre, 2005.

MÁS, E. **Diagnóstico das matérias primas e metodologia da extração das matérias primas. Qualidade e tecnologia em cerâmica vermelha.** São Paulo, Pólo Produções, 2002. 3 v.

MDM LOGISTIC, Disponível em <<http://www.mdmlog.com.br/>> Acesso em 31 de maio de 2015.

MENEZES, Mayko ; PONTES, Fernanda ; AFONSO, Júlio. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

PAIXÃO S. de O. **Estudo do uso de resíduo cerâmico de obras como agregado miúdo para a fabricação de argamassas para revestimento de alvenarias.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PASCHOAL, J. **Estudos de parâmetros de qualidade para a cerâmica estrutural vermelha,** Universidade Federal de São Carlos, 2003.

PILATO, D. V. e OLDAKOSKI C. V. **Adição do Resíduo da Lavagem de Areia no Blend de Argila para a Fabricação de Blocos de Vedação.** Monografia para curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2013.

PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F.G. **Importancia da composição granulométrica de massas para a cerâmica vermelha.** Ceramica Industrial, São Paulo, v.2, n.01-02, p. 31-35, jan/abr. 1997.

PO PIACENTINI, Disponível em <<http://www.popiacentini.com.br/dicas.html>> Acesso em 21 de Outubro de 2015.

SANTOS, P.S **Tecnologia de Argilas,** São Paulo, Edgard Blucher, 1975. O 393-405.

SEBRAE. **Estudo de Mercado de Cerâmica Vermelha para Construção: Telhas, Tijolos e Tubos,** Brasil (2008).



SILVA, Amanda Vieira. **Análise do Processo Produtivo dos Tijolos Cerâmicos no Estado do Ceará – Da Extração da Matéria-Prima à Fabricação**. Universidade Federal do Ceará, 2009.

SOARES, S. R., JUNIOR, A. B. de C., MARTINS, A., BREITENBACH, F. E., LUPATINI, G. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos (revestimento, blocos e telhas) do Setor Cerâmico da Indústria de Construção Civil**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SOUZA, U. E. L. **Como evitar desperdício de material para alvenaria – edição 1-Agosto de 2006**, Disponível em <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/1/artigo27371-1.aspx>> Acesso em 30 de maio de 2015.

TANNO, Luiz Carlos; MOTTA, José Francisco Marciano. **Panorama setorial: minerais industriais. Cerâmica Industrial**, São Carlos, v.5, n.3, maio/jun., 2000. Disponível em: <<http://ceramicaindustrial.org.br/search.php?f=2&search=motta&match=2&date=0&fldauthor=1&fldsubject=1#>>. Acesso em: 10 de jun. 2015.

VICENZI, J. **Efeito da Adição de Chamota em uma Massa Cerâmica de Argila Vermelha**. Dissertação de Mestrado em Engenharia – PPGEM, UFRGS. Porto Alegre, 1999.

WADA, P. H. **Estudo da Incorporação de Resíduos de Cerâmica Vermelha na Composição de Concreto para Uso em Estacas Moldadas In Loco**. Programa de Pós Graduação da UNESP. Ilha Solteira, 2010.