

# RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO

\*M<sup>a</sup> Aridenise Macena Maia

\*\*Prof<sup>o</sup> Humberto R. Roman

\*\*\*Luis Fernando M. Heineck

## Resumo

*O presente trabalho mostra a possibilidade de reutilização do resíduo de construção na própria obra com o auxílio do equipamento denominado moinho e argamaseira.*

## Abstract

*This work shows the possibility of residue reuse in the site with help of an equipment named mill and mortar machine.*

## INTRODUÇÃO

O resíduo é considerado todo aquele material acumulado depois que uma parte é tomada e usada que não apresenta fim específico. Quando apresenta uma aplicação o resíduo passa a ser um subproduto.

Quando se decide reutilizar os resíduos sólidos é necessário analisar se há disponibilidade em volume elevado que justifique investimento em processamento, a distância de transporte é competitiva com material tradicional e sobretudo o material não é potencialmente nocivo durante a construção ou após a incorporação na estrutura.

A construção civil pelo grande volume de recursos naturais que utiliza vem absorvendo resíduos metalúrgicos, industriais, urbanos, vegetais e florestais.

Os aspectos que limitam a utilização dos resíduos são principalmente o preconceito do consumidor em substituir o material tradicional por material residual e a carência de investimento em pesquisa que os produtores de resíduos se esquivam em fazer.

Na construção civil já foi realizado vários trabalhos com o objetivo de absorver alguns tipos de resíduos, entretanto os resíduos da obra propriamente dita são desperdiçados.

Propõe-se ao longo do trabalho enfatizar a reciclagem do entulho originado da obra reutilizando na mesma.

## ORIGEM DOS RESÍDUOS

Embora na construção civil o termo perdas e

\* Eng<sup>o</sup> Civil, Aluna do mestrado em Engenharia Civil - UFSC.

\*\* PhD, Prof<sup>o</sup> do mestrado em Engenharia Civil - UFSC.

\*\*\* PhD, Prof<sup>o</sup> do mestrado em Engenharia Civil - UFSC.

resíduos sejam aparentemente semelhantes eles apresentam diferenças entre si.

As perdas são originadas de materiais, equipamentos e mão-de-obra, enquanto que os resíduos são decorrentes somente dos materiais.

As perdas provenientes de materiais e equipamentos são comumente devido à roubo, extravio, desperdícios, mal uso, acidente e controle ineficiente. As de mão-de-obra ocorrem basicamente das faltas, doenças, acidentes, enchentes, greves, ineficiências e erro de programação.

As perdas de materiais que originam os resíduos de obra são muitas vezes desnecessárias, somente depois de avaliar as perdas extremamente necessárias é que se pode tratar o material como resíduo.

Os resíduos são constituídos de materiais que depois de utilizados não tem utilidade alguma. Neste caso é importante estudar a viabilidade da utilização do material, uma vez que o mesmo não deve ser desperdiçado.

As perdas de materiais prevista em orçamentos chegam a valer metade do índice dos desperdícios que realmente ocorrem na obra. A nível de orçamento as perdas variam de 10% a 15%, de acordo com uma pesquisa feita pelo NORIE entre cinco publicações de composições unitárias. Em se tratando das perdas efetuadas em obra, Tarcisio de Paula Pinto<sup>5</sup> estima em 20%.

Desses valores os resíduos seriam equivalente ao orçado e as perdas representam a diferença entre o previsto e o realizado. As perdas devem ser reduzidas através de medidas de controle que será abordada posteriormente, já os resíduos devem ser reciclados.

É preciso tomar cuidado, porque algumas pessoas empolgadas com a reutilização do entulho despreocupam-se com as perdas e muitas vezes chegam a gerar um volume de desperdício superior ao necessário para ter o que reciclar.

## **CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS E RESÍDUOS**

### **PERDAS**

Como a maior parte dos resíduos de obra são decorrentes das perdas dos materiais, faz-se necessário a descrição dos tipos de perdas.

Embora as perdas tenham sido classificadas em diretas e indiretas<sup>7</sup>, somente as diretas produzem resíduos. As diretas são decorrentes da ausência ou ineficiência de controle de recebimento, estocagem, empilhamento e transporte e sobretudo, dos cortes excessivos dos materiais. As indiretas são aqueles materiais que ficam incorporados a obra desnecessariamente como na superdosagem de argamassas e concretos, bem como, da quantidade de material necessário para corrigir

as imperfeições de prumo na alvenaria e estrutura. As informações detalhadas sobre os tipos, origem e causas das perdas estão no quadro 1.

### **RESÍDUOS**

Internacionalmente utiliza-se a classificação proposta pela Organization for Economic Cooperation and Development, com sede em Paris, da seguinte forma:

- 1 - Resíduos e subprodutos de mineração;
- 2 - Resíduos e subprodutos metalúrgicos;
- 3 - Resíduos e subprodutos industriais;
- 4 - Resíduos municipais e
- 5 - Resíduos e subprodutos agrícolas e florestais;

Para detalhar os tipos de resíduos de cada categoria, sua origem e utilização, colocou-se os quadros 2, 3, 4, 5 e 6.

### **CONTROLE DAS PERDAS**

As perdas não orçadas são perfeitamente reduzíveis, necessitando apenas que toda firma, independente do porte, adote uma política de controle dos materiais. A implementação das medidas de controle só é viável quando seus custos não excedem ao valor dos materiais desperdiçados.

Para implantar o controle de materiais é necessário nomear um supervisor que será responsável por:

Visitar à obra verificando como o processo está sendo executado comparando com as perdas admissíveis e preparar relatório de visita;

- Registrar a entrega;
- Situar o local de trabalho de forma que visualize a entrada e saída dos veículos assegurando à obra e evitando roubos;
- Transferir o material para outras obras documentando no crédito a quantidade e qualidade;
- Supervisionar a chegada dos materiais carregando cuidadosamente, empilhando de forma que não danifique com passagem de transporte e acessíveis ao movimento para o local de trabalho;
- Pelo sistema de estocagem dependendo do valor do material.

Algumas medidas tais como: produção de massa e reboco apenas no volume necessário para evitar o endurecimento e quantidade exata de material no local de trabalho para evitar derramamento e descarte podem ser tomadas mesmo quando inexistente o responsável pelo controle.

### **TRABALHO DE CAMPO**

#### **GENERALIDADES:**

A argamassa é considerada a campeã em desperdício chegando a representar 60% do material mais pesado removido da obra<sup>5</sup>. Os resíduos de argamassa são decorrentes de execução excessiva da mesma

causando endurecimento e impossibilidade de uso; de transporte, quando o equipamento utilizado não possui dimensões e formas adequadas ou o recurso quando contém sujeiras provocando derramamento do material ou durante o processo construtivo quando a mesma é lançada sobre parede e teto.

Os tijolos apresentam uma perda relevante que é resultante da fragilidade do material, de falta de método de descarregamento, falta de controle de recebimento, falta de conhecimento sobre estocagem, trânsito interno desnecessário e dos rasgos nas alvenarias para esconder a tubulação.

A existência de um equipamento que recicla o entulho resultante dos tijolos cerâmicos quebrados, da argamassa que ficou dura por não ser utilizada e da massa recolhida do piso motivou a realização do trabalho de campo.

Alguns empresários se recusam a usar a máquina pois acreditam que o correto é não ter entulho. Analisando apenas o resíduo de tijolo, a aplicação de métodos de controle de recebimento, estocagem, armazenamento, empilhamento e transporte; e a utilização de tijolos que permitam a passagem da tubulação nas vazaduras dos mesmos ou ainda a utilização de tubulação aparente certamente provocaria uma redução de volume nestas perdas que tornariam inviável a reciclagem.

Em se tratando das perdas de argamassa, somente interessa para a reciclagem o entulho que sai da obra. Portanto este desperdício pode ter um percentual de redução utilizando percursos otimizados e livre de sujeiras. Entretanto as perdas oriundas de argamassa colhida no piso, seja de chapisco, emboço ou reboco de teto ou parede são difíceis de reduzir pela inerência do processo.

## OBJETIVO

Analisar a resistência à compressão da argamassa confeccionada com e sem entulho, supondo que a primeira é menos resistente.

## PROCEDIMENTO

Contactou-se com a Construtora e Imobiliária Melo Ltda. em Fortaleza, possuidora do moinho e argamassadeira, que se interessou pelo trabalho e contratou a Squadrus, Laboratório de Controle Tecnológico para realizar o ensaio. Executou-se corpos de provas da argamassa confeccionada na ANVI 500 com e sem entulho e na betoneira sem entulho.

Visitou-se a obra onde o equipamento estava sendo utilizado para acompanhar o processo. A obra é constituída por três blocos de apartamentos residenciais, com quinze pavimentos tipo, subsolo e pilotis. Com dois apartamentos por andar e área total de cada apartamento em torno de 130m<sup>2</sup>, o empreendimento produz uma quantidade de resíduo que embora não

tenha sido estimada parece justificar a reciclagem do material.

O supervisor da construtora argumenta que a viabilidade econômica do uso do equipamento é caracterizada pelo transporte para retirada do entulho, pela compra e frete do agregado que são economizados. Em se tratando do consumo de energia é exatamente o mesmo utilizado na betoneira que executa a argamassa, uma vez que a máquina moe o entulho e fabrica a argamassa.

O fabricante forneceu catálogos contendo as informações técnicas e os ensaios de compressão, aderência, retenção de água e permeabilidade, realizado pela TESTIN - Tecnologia de Materiais Ltda em São Paulo.

A construtora enviou os resultados dos ensaios realizados pelo laboratório da Squadrus contendo a resistência à compressão dos corpos de prova executados na obra, uma vez que a mesma está utilizando a argamassa somente para assentamento de alvenaria.

Os ensaios serão analisados separadamente a fim de que se possa concluir a nível de resistência à compressão quanto a argamassa suporta.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ANVI 500

A produção horária do equipamento é de 2m<sup>3</sup> de argamassa.

Dentro de uma caçamba com capacidade de 500 litros de argamassa, dois rolos moedores/misturadores com 0 80cm x 25m (larg.) x 600kg cada um, giram em torno de um eixo duplo que lhes permite elevar-se por cima do entulho, moendo-o. Obtém-se assim um material excelente, transformado em argamassa.

Duas pás raspadeiras e altura regulável empurram os materiais para baixo dos rolos moedores.

A descarga da argamassa pronta para usar, dá-se por uma comporta no piso da caçamba, com o moinho em funcionamento.

O equipamento é fornecido com o motor elétrico instalado, trifásico com polias, correias e protetor.

A figura 2.1 mostra o equipamento

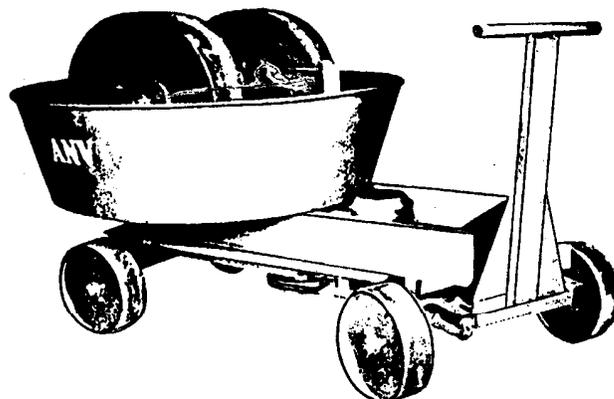


Fig. 2.1 - ANVI 500 - Argamassa e moinho

## **DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE RECICLAGEM EM OBRA**

Para auxiliar a visualização do processo utilizou-se uma seqüência de fotos que foram adquiridas na visita de campo.

O processo consiste no recolhimento do entulho de tijolos cerâmicos decorrentes de rasgos em alvenaria para embutir tubulação (foto 1) e de argamassa que caiu no piso decorrente de chapisco ou reboco de parede ou teto (foto 2) executado pelo servente utilizando pá e carrinho de mão.

O entulho é enviado pelo elevador de obras até o térreo como seria realizado se o entulho fosse retirado da obra. É feito o transporte do material até a máquina. O material é considerado como agregado na mistura. Incorpora-se aglomerantes (foto 3) e água (foto 4) obtendo-se assim a argamassa (fotos 5 e 6).

## **VANTAGENS DO MOINHO E ARGAMASSEIRA**

Conforme dados fornecidos pelo fabricante a maior vantagem do equipamento é transformar as despesas em receitas como tenta mostrar com as informações abaixo:

- ANVI 500 é um moinho e misturador de argamassas, que são utilizadas na execução de alvenaria, revestimentos e enchimentos de piso. Proporciona uma economia de 30% da mão-de-obra, 50% do cimento, 40% da areia, 80% da cal e 97% das despesas do "bota fora" do entulho;
- As matérias primas utilizadas são: cimento, entulho (blocos cerâmicos e de concreto quebrados, tijolos e restos de argamassa), areia e água. A argamassa obtida é da melhor qualidade, estando pronta para ser utilizada;
- Pela ação violenta dos rolos, a argamassa obtida tem muita plasticidade, maciez e liga. Estas excelentes características são dadas por:
  - a) Produção de finos durante a moagem, os quais geram a liga entre os grãos de areia e preenchendo os vazios, aumentam a impermeabilidade;
  - b) Mistura perfeitamente homogênea. O cimento reveste cada grão de areia por igual;
- Permite a produção de uma ótima massa fina, utilizando cal e areia sem peneirar, pois as pedrinhas desta são esmagadas pelos rolos moedores;
- Também, sem se utilizar entulho, com um traço de 1 de cimento, 2 de cal e 10 de areia, obtém-se ótimas argamassas para assentamento e revestimento. Com apenas três homens, a ANVI 500 tem a mesma produção de três betoneiras. A economia é de seis homens;
- Na fabricação de blocos de concreto, o material quebrado e desagregado pela ANVI 500, utilizando um dispositivo especial. Recupera-se a areia e o pedrisco original, faltando somente agregar cimento e água

para moldar novos blocos. A economia de cimento é no mínimo de 10%, conforme testes práticos realizados.

## **ANÁLISE DOS ENSAIOS**

Para interpretar os dados fornecidos pelos ensaios de argamassa, montou-se os gráficos que se encontram no anexo 3 e comenta-se a seguir.

## **OBRA**

Moldou-se dezoito corpos de prova na obra dos quais seis eram da argamassa com entulho e seis da argamassa sem entulho executada na ANVI 500. O restante foi fabricada em betoneira todos com o traço de 1:1:2:3 (cimento + cal + areia grossa + entulho). A ruptura de metade dos corpos de prova realizou-se aos 17 dias e a outra metade os 23 dias.

Comparando entre si os corpos de argamassa rompidos aos 17 dias com entulho apresentam o dobro da resistência à compressão dos moldados sem entulho na argamasseira. A argamassa executada em betoneira chegou a apresentar uma resistência de metade da sem entulho moldada no outro equipamento.

Aos 23 dias o resultado de resistência à compressão entre os corpos de prova da argamassa sem entulho permanece representando metade do com entulho, entretanto a argamassa moldada na betoneira equivale a nível de resistência à compressão aquela executada na ANVI 500 sem entulho.

Neste ensaio conclui-se que a argamassa moldada com entulho na ANVI 500 é mais resistente à compressão do que as que foram comparadas. Ver no anexo 3 o resultado dos ensaios fornecidos pela Squadrus.

## **FABRICANTE**

Do ensaio fornecido pelo fabricante comparando a argamassa com e sem entulho no anexo 3. Temos na primeira o dobro de resistência a compressão da segunda, ou seja resultado exatamente igual ao obtido em obra.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A hipótese de que a argamassa com entulho apresentaria resistência à compressão inferior à argamassa fabricada sem entulho não foi confirmada, sobretudo porque quando o entulho é moído, obtém-se:

- Areia, pó de cimento e pó de cal que ainda tem parte da atividade aglomerante;
- Argila calcinada (blocos e tijolos cerâmicos com características 100% pozolânicas) justificando assim o acréscimo de resistência à compressão da argamassa com entulho.

A reciclagem do resíduo de argamassa e tijolo cerâmico com o uso da ANVI 500 apresenta-se viável, pois não apresenta nocividade durante a construção e uso da edificação, a economia de transporte em relação ao material tradicional é considerável e pelo porte da obra o volume parece justificar.

## **CONCLUSÃO**

Estudiosos desenvolveram trabalhos objetivando estimar o desperdício de obras, os tipos de perdas, a racionalização das construções aspirando a reciclagem dos resíduos para utilizar na construção.

Os estudos para reutilização do resíduo da própria obra na construção está surgindo em escala industrial como é o caso da recicladora da Prefeitura Municipal de São Paulo e do Município de Santo André. No primeiro caso o equipamento transforma 300T de entulho de demolições em brita e o segundo obtém quatro mil blocos/dia reciclando 30m<sup>3</sup>/dia de resíduo de construção.

O trabalho de campo comprova que a reciclagem pode ser feita na obra eliminando custos de

transportes que muitas vezes tornam inviáveis a reciclagem.

O espaço para pesquisa é tão vasto que podemos enumerar uma relação de estudos a serem desenvolvidos, tais como:

- Levantamento real do valor do desperdício;
- Metodologia para quantificar as perdas;
- Diagnóstico das causas dos desperdícios;
- Medidas de redução dos desperdícios;
- Ferramentas para reduzir desperdícios;
- Equipamentos para reciclagem de entulho;
- Seleção de lixo de obra;
- Normalização para reciclagem do lixo de obra;
- Redução do percentual de aglomerante da argamassa com entulho.

**ANEXOS 1**  
**Quadros de Perdas e resíduos**

**QUADRO 1**  
**DIAGNÓSTICO DAS PERDAS**

FASE		OBSERVAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS E/OU CAUSAS APARENTES	ORIGEM	TIPO
P R O	concepção	baixo reaproveitamento (madeiras)	falta de repetitividade	construtividade	direta
		baixa produtividade da mão-de-obra	do projeto	do projeto	
		recortes excessivos (madeiras)	forma geométrica dos elementos	(Buildability)	
J E T	detalhamento	recortes inadequados nas peças (madeira)	decisões tomadas em obra por operários ou profissionais não habilitados	inexistência de projeto de formas (molado f) chapas	direta
		recortes excessivos dos materiais	decisão inadequada quanto assentamento das peças	falta de detalhamento arquitetônico	
O	especificação	superdosagem/ superdimensionamento	falta de conhecimento técnico	falta de especificação do projeto	Indireta

FASE		OBSERVAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS E/OU CAUSAS APARENTES	ORIGEM	TIPO
M A T E R I A I S	compras	uso de materiais inadequados a modulação (existente) do projeto	substituição dos materiais em f (inexistência ou alto custo)	flutuações do mercado de materiais	direta
			falta de consulta ao projeto ou desrespeito com as especificações	falta de integração entre projeto e execução (compras)	
	compras	aquisição excessiva de materiais	erros de medição no orçamento devido a utilização de tabelas de composição de custo inadequado ao processo construtivo	falta de planejamento adequado da construção (ausência do controle de custos)	direta
			atraso na produção (programação x controle)	gerenciamento de materiais	
	compras	inutilização	alterações no projeto x programação nas compras	falta de comunicação	
		substituição: utilização de materiais diferentes dos especificados (maior custo ou menor rendimento)	falta de materiais apropriados – evitar atrasos aquisição excessiva de materiais – evitar desperdício	gerenciamento de materiais (falta de controle dos materiais)	Indireta

FASE		OBSERVAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS E/OU CAUSAS APARENTES	ORIGEM	TIPO
M A	transporte (descarregamento)	quebras	negligência da mão-de-obra;	falta de sistema de treinamento (motivação) M.O	direta
		perdas residuais	fragilidade do material natureza residual dos materiais granulares	método de descarregamento	
T E R	recebimento	consumo excessivo de materiais	desbitolamento do produto (qualidade)	critérios inadequados de aceitação	indireta
		materiais rejeitados na aplicação	dimensões variáveis falhas		direta
		redução do número de utilizações previstas	qualidade (madeira)		indireta
I A	armazenagem	consumo de materiais maior do que o especificado	materiais entregues em quantidades menores do que as adquiridas	falta de controle de recebimento	direta
		quebra/perda residual / danificação ou inutilização dos materiais	tamanho das pilhas acondicionamento exposto a intempéries	falta de conhecimento s/estocagem e/ou de controle de materiais	direta

FASE	OBSERVAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS E/OU CAUSAS APARENTES	ORIGEM	TIPO
P R O D U Ç Ã O	materiais ou horas homem usados desnecessariamente:	mão-de-obra	negligência no controle da produção	indireta
	* superescavação	desqualificada		
	* superdosagem			
	* superdimensionamento			
U Ç Ã O	grande espessura dos revestimentos	desnivelamentos da estrutura; mão-de-obra desqualificada	falta de conferência da geometria da estrutura (controle da produção)	indireta
	perdas de materiais em rasgos/preenchimento dos rasgos	instalações embutidas	projeto x processo construtivo	direta
	necessidade de repetir a execução dos serviços	mão-de-obra desqualificada	falta de um sistema de treinamento da mão-de-obra	direta
	roubo de materiais vandalismo (destruição de materiais ou serviços)	falta de segurança nos canteiros; controle deficiente dos materiais	insatisfação da mão-de-obra; crise econômica	direta
	extravios	negligência	falta de controle materiais e responsabilidades	direta
	acidente	negligência	falta de sistema de segurança adequado	direta

**QUADRO 2**  
**RESÍDUOS E SUBPRODUTOS DE MINERAÇÃO**

Resíduo e sub-produto	País											
	Bélgica	Canadá	Dinamarca	Finlândia	França	Alemanha	Itália	Holanda	Espanha	Suíça	Reino Unido	Estados Unidos
<b>1. Mineração (mining and quarrying)</b>												
a) rejeitos de minas de carvão	•	▽	△	△	•	•	△	•	•	△	•	*
b) resíduos de pedreira inclusive capa	*	•	*	•	•	o	•	•	•	*	•	o
c) refugos de mina	▽	•	△	•	•	•	△	△	•	△	•	•
d) resíduo de ardósia	*	▽	△	*	▽	▽	*	△	•	△	*	▽
e) resíduo de xisto betuminoso	△	△	△	△	o	△	•	△	•	△	•	▽
f) areia de tratamento de argila	*	△	▽	△			▽	△	▽	△	•	▽
g) sal de potássio	△	△		△	*	*	△					
<b>2. Refugos</b>												
a) minério de ferro	▽	•	△	▽	•	▽	△	△		△	▽	▽
b) taconita	△	▽	△	△	△	△	△	△		△	△	•
c) fluorapatita	△	▽	△	△		▽	▽			△	▽	*
d) chumbo-zinco	△	▽	△					△				•
e) cobre	△	▽	△		△	▽	△			△	△	*
f) ouro	△	▽	△	△	△	△	△			△	△	*
<b>3. Lamas (muds, sludges, slimes)</b>												
a) lama vermelha (alumina)	△	▽	△	△	△	▽	*	△		△	▽	▽

**Nota:** Outros resíduos produzidos mas não utilizados em rodovia: areia residual de alcatrão e refugos de amianto, feldspato, talco e urânio.

**Legenda:**

- – Produzido e usado em rodovias
- \* – Produzido mas utilizado em rodovias em pequena quantidade
- o – Produzido mas em uso experimental em rodovias
- ▽ – Produzido mas não usado em rodovias
- △ – Não produzido
- Em branco – Desconhecido ou não aplicado

**QUADRO 3  
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS METALÚRGICOS**

<b>RESÍDUOS</b>	<b>FONTE</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>
1. Escórias ferrosas a) Alto forno	Obtenção do ferro gusa em alto-forno a coque	Resfriada ao ar: Bases de rodovias, concreto, asfáltico, lastro, aterro, concreto, lâ mineral Expandida: Rodovias, concreto, agregado leve, alvenaria, blocos Granulada: Rodovias, produção de cimento, piso industrial, ladrilho cerâmico
b) Refino	Aciarias	Bases e sub-bases de rodovias, concreto asfáltico, lastro, concreto, produção de cimentos Portland comum, de alto-forno e aluminoso, tijolos e blocos.
2. Escórias não ferrosas a) cobre b) manganês c) níquel d) zinco/chumbo	Metalúrgicos	Bases de rodovias, aterro, rasterro, lastro, fibra de vidro, isolante Produção de cimento Bases de rodovias, lastro, aterro, pozolana, tijolo Aterro, agregado, materiais cerâmicos, pigmento
3. Areia de fundição	Moldes de metalúrgicos e de siderúrgicas	Aterro, bases de tubulações, agregado, produção de cimento, pigmento

**QUADRO 4  
RESÍDUOS E SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS**

<b>RESÍDUOS</b>	<b>FONTE</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>
1. Cinza de carvão a) Cinza de carvão	Usinas termoelétricas Queima de carvão pulverizados	Concreto asfáltico, estabilização de bases com cal, cal e gesso, cimento, aterro, concreto, agregado leve, produção de cimento, graute, blocos celulares.
b) Cinza de grelha		Bases de rodovias, concreto asfáltico, estabilização com cal, aterro, produção de cimento, agregado leve, tijolo, blocos
c) Cinza de caldeira		Concreto asfáltico, estabilização com cal.
2. Gesso	Indústria de fertilizantes	Bases, sub-bases e acostamento de rodovias, aterro, talude, estabilização de solo, produção de cimento, vedações verticais, blocos, argamasas.
3. Resíduo cerâmico	Indústria cerâmica	Concreto, blocos de concreto, bases.
4. Papel a) Lama	Caustificação do efluente	Componentes, tijolos, painéis isolantes, chapas onduladas.
b) Licor sulfítico	Cozimento de pasta celulósica	Concreto asfáltico, estabilização de solo, argamassas.
5. Cimento a) Clínquer	Trocador de calor	Blocos.
b) Finos	Gases de exaustão dos fornos	Estabilização de solo, concreto, asfáltico, aterro.
6. Lama de cal	Indústrias de acetileno, papel, fertilizantes, açúcar	Estabilização de solo, produção de cimento.

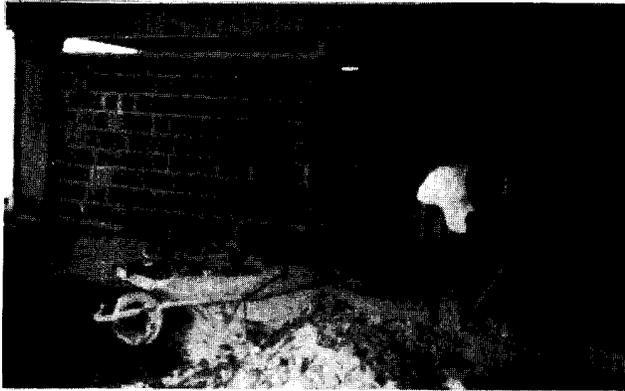
**QUADRO 5  
RESÍDUOS MUNICIPAIS**

<b>RESÍDUO</b>	<b>FONTES</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>
1. Vidros	Material descartado	Concreto asfáltico, rodovias refletantes, materiais cerâmicos, materiais aerados, blocos, ladrilhos, fibras, tijolo.
2. Pneus	Material descartado	Concreto asfáltico.
3. De incineração	Lixo doméstico	Bases e sub-bases de rodovias, concreto asfáltico, estabilização com cimento, aterro, agregado leve.
4. Plásticos	Lixo doméstico	Concreto asfáltico.
5. De demolição	Concreto asfáltico	Reciclagem em concreto asfáltico.
	Concreto	Agregado para concreto.
	Aço	Concreto.

**QUADRO 6  
AGRÍCOLAS E FLORESTAIS**

<b>RESÍDUO</b>	<b>FONTES</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>
1. Madeira a) Casca	Campo, descartados de serraria, desdobro	Rodovias, aglomerados, placas, vedações verticais.
b) Serragem e cavacos	Desdobro, beneficiamento, picadores	Rodovias, aglomerados, placas, tijolos, tijolos refratários, pisos, vedações verticais.
2. Casca de arroz (cinza)	Beneficiamento do arroz	Tijolo sílica-cal, pozolana, produção de cimento.

## ANEXO 2 FOTOS



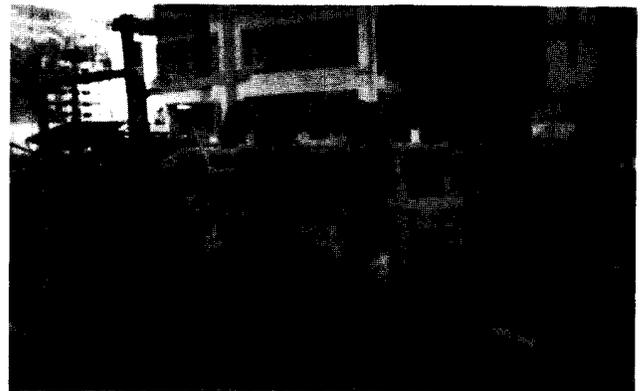
*Foto 1 - Resíduos de tijolos cerâmicos*



*Foto 4 - Incorporação de água na argamassa*



*Foto 2 - Resíduos de argamassa*



*Foto 5 - Argamassa com resíduos*



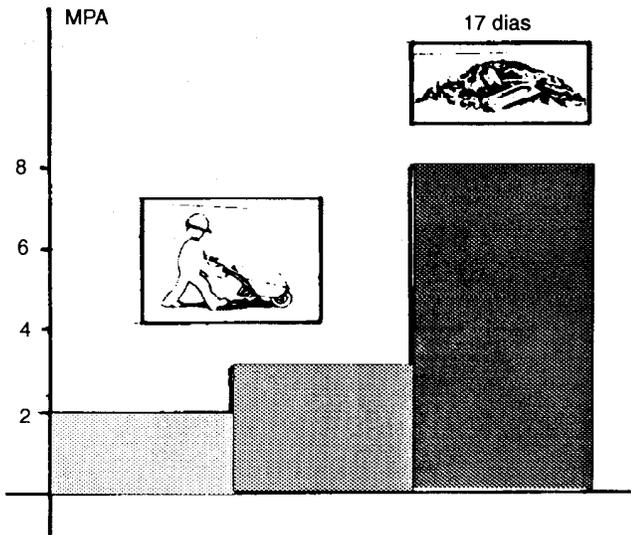
*Foto 3 - Introdução de aglomerante*



*Foto 6 - Argamassa pronta*

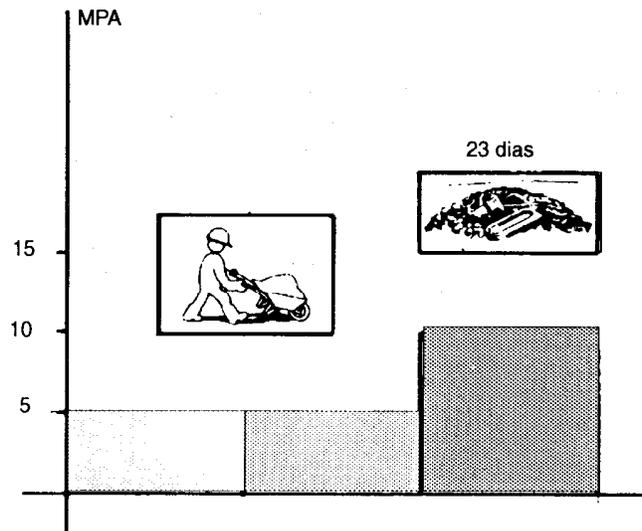
### ANEXO 3 Gráficos dos Resultados dos Ensaios

**SQUADRUS**  
Resistência à compressão

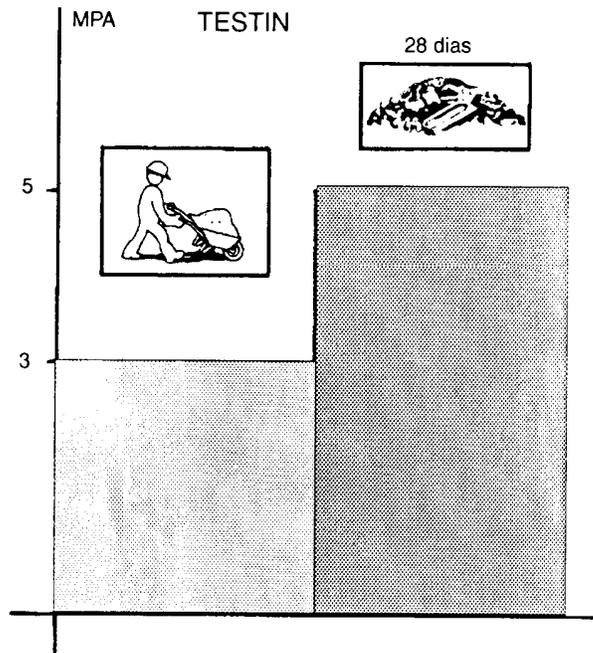


- Arg. conv. betoneira
- Arg. conv. na anvi 500
- Arg. com entulho na anvi 500

**SQUADRUS**  
Resistência à compressão



- Arg. conv. betoneira
- Arg. conv. na anvi 500
- Arg. com entulho na anvi 500



- Argamassa com entulho
- Argamassa sem entulho

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. CHICRALLA, Ricardo Pacheco. O Estudo das Perdas na Construção Civil. Niterói: 1986. (Dissertação de Mestrado Apresentada à Universidade Federal Fluminense).
02. CINCOTTO, Maria Alba. Utilização de Subprodutos e Resíduos na Indústria da Construção Civil. in: Tecnologia das Edificações. PINI, São Paulo: 1988.
03. MARCOLINI, Adriana. O Valor do Desperdício = Prejuízo Camuflado. in: A Construção São Paulo. São Paulo: PINI (2188), 6:9. Janeiro 1990.
04. PEDROSO, Hosana. O Lucro que Vem do Entulho. in: Dirigente Construtor. São Paulo: DCI (7), 28:29. Julho 1992.
05. PINTO, Tarcisio de Paula. Desperdício em Xequê. in: Caderno de Revestimento. São Paulo: PINI 37:38. 89/90.
06. . —Entulho de Construção: Problema Urbano que Pode Gerar Soluções. in: A Construção - Região Sul. PINI (287), 13:14. Setembro 1992.
07. SKOYLES, E. R. Wastage of Materials on Building Sites. Building Research Establishment Current Paper, cp. 47/74. Carston, BRE, 1974.
08. —Materials Handling on Building Sites Acor-dance of Waste. Current Work or BRE. Paper Present to Institute of Building Conference on Material Handling. Washington, September, 1976.