

# **ANÁLISE DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA DE MATERIAL ALTERNATIVO DE CONSTRUÇÃO UTILIZANDO-SE SERRAGEM DE COURO COMO PARTE CONSTITUINTE**

**J. G. M. Peres<sup>1</sup> & W. J. Freire<sup>2</sup>**

- (1) Engenheiro Civil, Professor dos cursos de Engenharia Agrônômica, Engenharia Ambiental e Engenharia de Alimentos do CREUPI; mestrando na Área de Construções Rurais e Ambiente, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI – UNICAMP;
- (2) Prof. Doutor, Área de Construções Rurais e Ambiente, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI – UNICAMP.

Aceito para publicação em: 07/11/2004.

---

## **RESUMO**

Com o aumento populacional nos últimos anos, a indústria de modo geral tem se adequado à demanda resultante. As indústrias de curtimento e calçadista fazem parte daquelas que estão em constante evolução produtiva e ao mesmo tempo tem se preocupado em resolver os problemas gerados em seu campo industrial. Destaca-se entre seus resíduos os sólidos a “serragem de couro” ou “farelo de couro”. Este trabalho procurou verificar a possibilidade de utilização dos mesmos visando desenvolver materiais alternativos para emprego na construção civil em substituição aos materiais convencionais existentes. Foram confeccionados corpos-de-prova onde se determinou as características físicas e mecânicas dos mesmos, através de ensaios laboratoriais, destacando-se a necessidade de fixar o traço que desse maior retorno quanto às características de resistência aos ensaios de compressão simples, resultado de diversos tratamentos ao resíduo utilizado. Alternou-se também os tipos de aglomerante utilizados, verificando-se também diversos tipos de traço de argamassa. Após a fixação do traço de argamassa utilizada, procedeu-se aos ensaios de resistência ao impacto, resistência à abrasão, determinação de carga de ruptura à flexão e módulo de resistência à flexão. Pelos resultados obtidos verificou-se a

viabilidade do desenvolvimento de estudos dos mesmos uma vez que o material resultante poderá vir a ser empregado na construção civil.

Palavras chave: curtimento, abrasão, resistência

## **ABSTRACT**

With the population increasing in the last year, the industry in general has adapted itself to the resulting demands. The leather tanning industry and the shoe manufacturing are among those constantly evolving industries, and at the same time are concerned in solving the problems generated in the industrial field. Among the solid wastes, we can stand out leatherdust or leathercrumbs. This work tried to verify the feasibility of using those refuses in order to develop alternative construction materials used in the civil engineering to substitute the already existent conventional materials. For this purpose composite specimens were molded where it has been determined their physical and mechanical characteristics through lab tests, emphasizing the necessity to define the better mix result as the impact resistance to the pressure tests, resulting from various treatments of the used wastings. It has been alternated, also the types of agglomerate used, checking the several cement mortar types. After defining the used cement mortar, proceed the resistance tests, abrasion resistance, determination

of the breaking resistance in relation to the flexuras and the flexuras strength. Through the obtained results, it was verified the viability of the developing the studies of those, once that, the resulting material could be able to be used in the civil engineering.

Key Words: tanning, abrasion resistance

## INTRODUÇÃO

O processo de preparação do couro compreende três etapas distintas, ou seja, operações de ribeira (retirada da pele e salga ou pré-tratamento), curtimento (curtentes vegetais, minerais ou químicos) e acabamento. O resíduo utilizado neste trabalho foi obtido no Curtume IRIS da cidade de Espírito Santo do Pinhal – S.P., e tem como característica principal o emprego de tanante vegetal “Acácia Mimosa”, o que resulta em couro com maiores características quanto à resistência, material geralmente empregado na indústria calçadista como solas de calçados e produtos afins. Com o aumento considerável de resíduos resultantes das diversas áreas agro-industriais produtivas, surgem novas preocupações quanto ao seu reaproveitamento, ocorrendo o surgimento de novos materiais de construção denominados de “materiais alternativos”. Corre-se o risco porém de se empregar materiais sem os cuidados mínimos exigidos, tanto em sua confecção, como em seu emprego, conservação e aplicação. Utilizando-se como matriz uma base cimentícia e adicionando-se fibras à esta argamassa estaremos desenvolvendo novos materiais denominados de “compósitos”, (FREIRE, 1993). A finalidade de reforçar o material com fibras é o de procurar melhorar as propriedades – basicamente as mecânicas - deste material, que por si só não seria adequado para uso (AGOPYAN e DEROLLE, 1988).

O Brasil tem forte potencial para a reciclagem de resíduos, já que apenas 31% dos resíduos perigosos e não perigosos são tratados atualmente

(PALOMBO, 2003), Por outro lado, AGOPYAN e DEROLLE (1988), afirmaram que, pela teoria de materiais fibrosos em geral, teores maiores de fibras proporcionam melhor desempenho mecânico no compósito. No entanto, como as fibras acabam introduzindo vazios e dificultando a compactação, teores muito elevados acabam não sendo satisfatórios, pois a mistura poderá tornar-se pouco trabalhável ou muito poroso.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ensaio realizados no Laboratório de Materiais da Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; Laboratórios de Resistência de Materiais, Laboratório de Ensaio de Abrasão e Laboratório de Flexão, do CITEC – CCB, Centro Técnico de Inovação Tecnológica em Cerâmica – Central Cerâmica do Brasil, da cidade de Santa Gertrudes – S.P. e Laboratório de Química da Faculdade de Agronomia Manoel Carlos Gonçalves do CREUPI – Centro Regional Universitário de Pinhal - Espírito Santo do Pinhal – S.P.

Para as determinações dos traços de argamassa empregada foram realizadas vários pré-tratamentos na serragem do couro, utilizando-se água corrente, água aquecida, soda cáustica, álcool, sulfito de sódio e água sanitária. Como aglomerantes foram utilizados os cimentos CP II Z-32 e CP III-40. Dentre os pré-tratamentos, o único com resultados satisfatórios foi o pré-tratamento com água sanitária e cimento CP III-40, no traço 1:2 com 3% de serragem de couro em relação à argamassa de cimento, adicionado a mistura.

Foram confeccionados corpos-de-prova cilíndrico (Figura 1) conforme determina a NBR 7215 (ABNT, 1996), com 04 repetições tanto para o pré-tratamento como para a testemunha e analisados através ensaios pelos métodos não destrutíveis (END - ensaio de ultra-som), e, também

(Figura 2), método destrutível (ensaio de compressão simples) para 01, 03, 07, 14 e 28 dias,

comparando-se os resultados e realizados-se a correlação entre os dois métodos.



**Figura 1.** Equipamento Ultrasonic Tester BP-7 e as leituras sendo tomadas em um corpo-de-prova



**Figura 2.** Corpo-de-prova sendo ensaiado à compressão simples



**Figura 3.** Abrasímetro Cap, ensaio de abrasão profunda e corpo-de-prova após o ensaio.



**Figura 4.** Equipamento Crômetro Crab 424 e corpo-de-prova sendo submetido ao ensaio de flexão.

Após a determinação da resistência do material à compressão simples, elaborou-se corpos-de-prova, com dimensões quadradas de 100 x 100 x 20 mm, para a análise da resistência do material à abrasão e determinação da carga de ruptura e módulo de resistência a flexão. (Figuras 3 e 4).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### DETERMINAÇÃO DO TRAÇO DA ARGAMASSA

Verificou-se o pré-tratamento do resíduo de couro com várias substâncias e também com variações de traços da argamassa e tipos de cimento, adotando-se, como padrão, a argamassa de cimento CP III-40 e areia média, no traço 1 : 2, com relação água/cimento igual a 0,5. Como o objetivo da pesquisa era utilizar a maior quantidade possível de resíduo de couro sem comprometer a qualidade tecnológica do material formado e a viabilização de sua utilização, fixou-se a porcentagem em peso do resíduo, em relação ao cimento, em 3%.

Os dados experimentais obtidos dos ensaios preliminares referentes aos pré-tratamentos aplicados ao resíduo de couro visando à escolha do

traço da argamassa a ser utilizada, estão apresentados na Tabela 1. Os dados apresentados representam a média da resistência à compressão simples, aos 7 dias, de três corpos-de-prova confeccionados para cada pré-tratamento.

Como o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade de emprego do resíduo de couro, para fins de utilização como material de construção, procurou-se usar a maior quantidade possível do resíduo para a composição da argamassa, observando-se porém a trabalhabilidade do material.

### ENSAIO DE ULTRA-SOM

Os valores apresentados na Tabela 2 são resultados de leituras da velocidade média da onda ultra-sônica para cada corpo-de-prova cilíndrico ensaiado.

Foram confeccionados 40 corpos-de-prova cilíndricos, sendo metade deles destinada ao tratamento com resíduo de couro e a outra metade para servir como testemunha. Foram divididos os corpos-de-prova em conjuntos de 4 unidades cada, para fins de verificação da relação entre os ensaios de ultra-som e compressão simples em diferentes idades.

**Tabela 1.** Resistência à compressão simples (em MPa) de corpos-de-prova submetidos a diferentes pré-tratamentos aplicados ao resíduo de couro.

Pré-Tratamentos	Cimento	Traço	% Resíduo	Resistência à Compressão Simples			
				1	2	3	Média
Água Corrente	CP II Z -32	01:03	8		0,43		
Água Aquecida							
Álcool	CP II Z -32	01:03	8	1,02	0,66	0,53	0,73
Soda Caústica							
Silicato de Sódio	CP II Z -32	01:03	8	1,12	1,68	1,10	1,30
Água Sanitária	CP II Z -32	01:03	8	1,88	1,12	1,91	1,64
Água Sanitária	CP II Z -32	01:03	5	1,78	1,96	1,53	1,76
Água Sanitária	CP III - 40	01:02	5	2,55	1,43	1,93	1,97
Água Sanitária	CP III - 40	01:02	4	4,63	2,85	4,17	3,88
Água Sanitária	CP III - 40	01:02	3	5,60	5,34	6,87	5,93
Água Sanitária	CP III - 40	01:02	2	7,39	9,27	8,91	8,52

Através do ensaio de ultra-som determinou-se o tempo necessário para que a onda ultra-sônica caminhasse de uma extremidade à outra do corpo-de-prova. Relacionou-se o tempo gasto (em  $\mu\text{s}$ ) e o comprimento do corpo-de-prova (em mm), calculando-se a velocidade de propagação da onda dentro do material analisado.

Observou-se que a velocidade de propagação da onda ultra-sônica aumentou em

função da idade, ou seja, o tempo de propagação da onda foi menor quanto mais completo foi o endurecimento do material.

Relacionando-se as velocidades com as resistências alcançadas no ensaio de compressão simples, para as diferentes idades adotadas no ensaio, será possível estimar as resistências dos demais corpos-de-prova sem necessidade de destruí-los.

**Tabela 2 –** Velocidade da onda ultra-sônica média registrada para cada corpo-de-prova ensaiado.

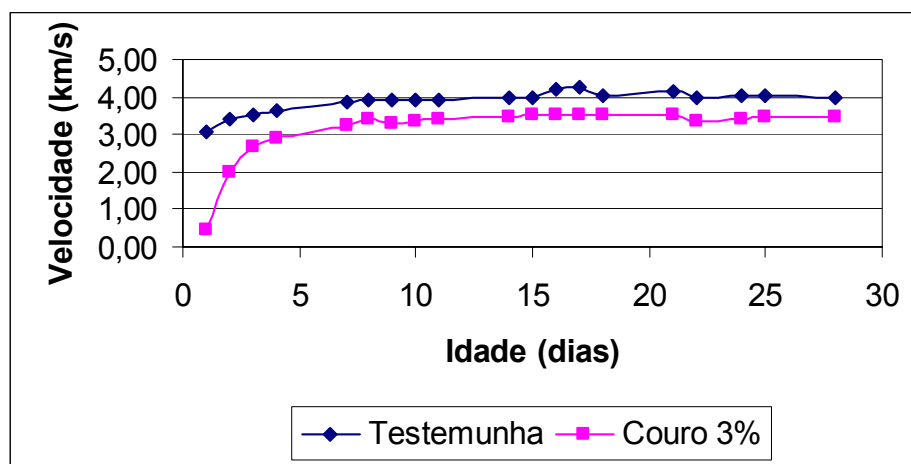
Idade (dias)	Média de Velocidades (m/s)		Idade (dias)	Média de Velocidades (m/s)	
	Testemunho	CP		Testemunho	CP
1	2977,17	1924,91	15	3953,38	3417,11
2	3350,6	2509,17	16	4223,27	3417,11
3	3496,63	2869,4	17	4240,32	3417,11
4	3610,87	2976,8	18	4044,61	3408,63
5			19		
6			20		
7	3802	3214,39	21	4156,52	3433,41
8	3938,58	3293,22	22	3953,38	3237,23
9	3938,58	3185,89	23		
10	3938,58	3265,72	24	4029,12	3323,09
11	3938,58	3332	25	4044,62	3395,77
12			26		
13			27		
14	3953,38	3417,11	28	3953,38	3394,39

Com os valores das velocidades individuais para cada corpo-de-prova, foram determinadas as velocidades médias cujos valores estão representados nas Figura 5.

Realizado análise estatística pelo método de Tukey, verificou-se uma tendência de estabilização de dureza dos materiais à partir do 14º dia, sem grandes variações posteriores, o que pode ser representado através do gráfico de

caracterização de tensões através das velocidades ultra-sônicas.

Através da análise dos resultados, pode ser observado, através das figuras 134 a 16, que houve uma estabilização das velocidades de propagação ultra-sônica média à partir do 14º dia, apresentando variações mínimas até o 28º dia. de ensaio.



**Figura 5.** Velocidade de propagação da onda ultra-sônica para um período de 28 dias

#### ENSAIO DE COMPRESSÃO SIMPLES

Após a aplicação do ensaio de ultra-som nos corpos cilíndricos, foram os mesmos corpos-de-prova submetidos ao ensaio de compressão simples, em várias idades, estando os resultados obtidos relacionados na Tabela 03. Com os valores de resistência à compressão simples, determinou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de cada tratamento estudado.

Com os valores médios obtidos para os corpos-de-prova do compósito e testemunha, tanto para velocidades como para tensões de compressão simples, correlacionou-se os resultados elaborando-se a Tabela 04.

Para análise estatística, efetuou-se o teste de Tukey, comparando-se as médias ocorridas para a testemunha e o tratamento com as variações de idades para os corpos-de-prova, com grau de significância de 1%, verificou-se que, para a testemunha, não houve variação significativa dos resultados a partir do 7º dia (a); sendo que ocorreu variação para os resultados apontados entre o 7º e o 3º dia (b); e maior ainda em relação ao 1º dia (c).

Para o tratamento verificou-se que não houve variação significativa dos resultados a partir do 14º dia (a); com pequena variação tanto do 14º dia em relação ao 7º dia bem como do 7º dia em relação ao 3º dia (ab); com variação significativa para o 3º dia (b); e, maior variação em relação ao 1º dia (c).

Com os resultados obtidos, podemos considerar que para análise de resultados referentes à compressão simples. poderemos tomar como base os valores alcançados para 0 14°

dia, diminuindo desta forma o tempo necessário para verificações e comparações entre testemunhas e tratamentos.

**Tabela 03.** Determinação da Resistência à Compressão Simples (MPa)

Tratamentos	Repetições	Resistência à Compressão Simples (MPa)				
		1° Dia	3° Dia	7° Dia	14° Dia	28° Dia
Testemunha	A	5,87	11,64	27,82	23,89	22,10
	B	4,23	9,15	25,67	26,23	28,80
	C	5,73	8,94	23,47	27,80	27,30
	D	4,08	11,96	20,83	23,66	24,15
	Média	4,98	10,42	24,45	25,40	25,59
	DP	0,95	1,60	3,00	1,98	3,03
	CV	19,08	15,36	12,27	7,80	11,84
Compósito	A	0,89	7,08	7,50	12,60	10,73
	B	0,77	5,31	8,50	12,00	15,50
	C	1,08	5,00	8,30	10,00	12,29
	D	1,02	6,00	8,10	11,53	9,19
	Média	0,94	5,85	8,10	11,53	11,93
	DP	0,13	0,92	0,43	1,11	2,70
	CV	13,83	15,73	5,31	9,63	22,63

**Tabela 04.** Correlação entre Tensão (MPa) e Velocidade Média (km/s) dos Corpos-de-prova e Testemunha

Correlação entre Tensão (MPa) x Velocidade Média (km/s)				
Idade	Tensão	Veloc. Tratamento	Tensão Testem.	Veloc. Testem.
1	0,94 (c)	0,45	4,98 (c)	3,07
3	5,85 (b)	2,65	10,42 (b)	3,51
7	8,10 (ab)	3,24	24,45 (a)	3,84
14	11,53 (a)	3,47	25,40 (a)	3,95
28	11,93 (a)	3,49	25,59 (a)	3,95

#### DETERMINAÇÃO DA CARGA DE RUPTURA E MÓDULO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Posicionada a placa a ser ensaiada sobre os apoios, aplicou-se, através do cutelo de transmissão de carga da máquina de ensaios, uma

força gradativa conforme determinado pela norma NBR 13818 (ABNT, 1997), até a ruptura da peça.

Com o emprego do paquímetro, mediu-se o comprimento da linha de ruptura ao longo da extensão do corpo-de-prova, expressa em milímetros, e com os resultados obtidos nas equações nº 1 e nº 2, elaborou-se a Tabela 05.

**Tabela 05.** Carga de ruptura e módulo de resistência à flexão dos corpos-de-prova ensaiados.

CP	L (mm)	B (mm)	e (mm)	F (kgf)	F (N)	CR (N)	MRF (N/mm <sup>2</sup> )
1	180	197,83	21,46	122,20	1199	1091	3,55
2	180	199,16	21,90	122,70	1204	1088	3,40
3	180	199,03	21,02	97,40	955	864	2,93
4	180	197,88	20,7	70,83	685	632	2,21
5	180	197,62	21,37	90,30	886	807	2,65
Média			21,90	100,68	988	896	2,95
Mínimo						632	2,21

Onde:

$$CR = \frac{F.L}{b} \quad (1)$$

$$MRF = \frac{(3.F.L)}{(2b.e^2)} \quad (2)$$

sendo

L = distância entre as barras de apoio, em mm;  
b = largura do corpo-de-prova ao longo da ruptura após o ensaio, em mm;

e = espessura do corpo-de-prova, em mm;  
F = força aplicada, em kgf ou N, conforme o caso;  
CR = carga de ruptura, em N;  
MRF = módulo de resistência à flexão, em MPa.

A norma NBR 13818 (ABNT, 1997) fixa, para peças confeccionadas artesanalmente e com índice de absorção de água  $\geq 10\%$  o valor limite para a carga de ruptura com sendo  $\geq 600$  N, o que enquadra todos os valores da amostra apresentados na Tabela 05. Ocorre que, com a possibilidade de variações de espessura, a própria norma fixa, como Módulo de Resistência à Flexão Mínimo, o valor de 8 MPa, bem superior ao resultado médio obtido, o que, por este critério, desclassificaria todas as amostras quanto à resistência à flexão.

#### DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA À ABRASÃO PROFUNDA

Após a realização dos ensaios com corpos-de-prova, os resultados obtidos foram analisados e relacionados os valores entre o comprimento da cavidade escavada e o volume resultante. Os comprimentos das cordas das cavidades escavadas foram determinados em cada corpo-de-prova, cada um deles tomado com uma repetição, e relacionados às duas posições ortogonais entre si. Determinou-se, também, o volume médio escavado para cada peça, através das equações n<sup>o</sup>s 4 e 5, a média entre as médias alcançadas e o valor máximo obtido entre todos os corpos-de-prova analisados (Tabela 06).

$$V = \left( \left( \frac{\pi.\alpha}{180} \right) - \text{sen}\alpha \right) \left( \frac{h.d^2}{8} \right) \quad (4)$$

$$\text{Sendo} \quad \frac{\text{sen}\alpha}{2} = \frac{C_{cav}}{d} \quad (5)$$

onde:

V = volume do material removido, em mm<sup>3</sup>;  
A = ângulo correspondente ao centro do disco até a cavidade;

C<sub>cav</sub> = comprimento da cavidade da corda, em mm;  
 $\pi$  = tomado como sendo igual a 3,14;  
d = diâmetro do disco rotativo, em mm;  
h = espessura do disco rotativo, em mm.



**Tabela 06.** Determinação da Resistência à Abrasão Profunda (mm<sup>3</sup>).

CP	Posição 1				Posição 2				Média	
	C <sub>cav</sub>	Sen α	A	V(mm <sup>3</sup> )	C <sub>cav</sub>	Sen α	α	V(mm <sup>3</sup> )	C <sub>cav</sub>	V(mm <sup>3</sup> )
1	33,47	0,33	19,55	329,34	41,83	0,42	24,73	663,65	37,65	496,50
2	32,05	0,32	18,69	287,87	25,66	0,26	14,87	145,14	28,86	216,50
3	39,70	0,40	23,39	562,30	31,38	0,31	18,29	269,33	35,54	415,96
4	38,12	0,38	22,41	494,70	45,04	0,45	26,77	840,67	41,58	667,68
5	40,78	0,41	24,07	612,17	40,23	0,40	23,72	586,39	40,51	599,28
Valor Média									36,83	479,19
Valor Máximo									41,58	667,68

A resistência à abrasão profunda é expressa em volume do material removido, em milímetros cúbicos, calculado pelo comprimento da cavidade C<sub>Cav</sub>, através da equação 19.

Com os valores obtidos, foi determinados os volumes médios entre as medições efetuadas nos dois sentidos de cada peça analisada; com esses volumes médios, calculou-se a média final para os cinco corpos-de-prova, identificando-se o maior valor individual médio, para fins de comparação com o valor limite imposto pela norma NBR 13818 (ABNT, 1997), que é  $\leq 2365 \text{ mm}^3$  para a resistência de abrasão profunda. Conforme estes critérios, todos os resultados apresentados na Tabela 06 estão perfeitamente enquadrados dentro dos limites preconizados pela norma.

## CONCLUSÕES

Dentro das condições em que este trabalho foi realizado, os resultados obtidos, analisados e interpretados estatisticamente permitiram que se fizesse uma avaliação técnica e econômica do compósito estudado, lembrando que nenhum aditivo, ou outro agregado qualquer, foi acrescentado à argamassa de cimento e areia, com a pura finalidade de se estudar unicamente o

comportamento da serragem de couro incorporada, sem a influência de qualquer outra variável.

As seguintes conclusões podem ser tiradas:

- a serragem de couro é um material de difícil homogeneização e trabalhabilidade quando incorporada a matrizes cimentantes, em dosagens acima de 4% de resíduo em relação ao aglomerante;
- entre os diversos pré-tratamentos aplicados à serragem de couro, apenas aquele com água sanitária apresentou resultados satisfatórios;
- a resistência à compressão simples aumentou até a idade de 14 dias, estabilizando-se a partir de então, quer fosse avaliada através do ensaio destrutível quer do ensaio não destrutível;
- o módulo de resistência à flexão apresentou resultados bem aquém dos limites estipulados pela norma brasileira, valores estes que desclassificariam o material quanto à sua aceitação;
- a resistência à abrasão profunda apresentou resultados bastante favoráveis, obtendo-se, como valor máximo, um volume escavado de 667,68 mm<sup>3</sup>, praticamente 2/3 abaixo do valor limite permitido pela norma;
- o material pesquisado, apesar de não corresponder totalmente à sua utilização imediata, merece estudos continuados visando à superação

de algumas de suas características desfavoráveis de modo a torná-lo viável técnica e economicamente

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

\_\_\_\_\_. Rio de Janeiro. **NBR 5738**. Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos e prismáticos. Rio de Janeiro, 1994, 10 p.

\_\_\_\_\_. Rio de Janeiro. **NBR 9451**. Piso Cerâmico – determinação da tensão de ruptura e flexão. Rio de Janeiro, 1986, 04 p.

\_\_\_\_\_. Rio de Janeiro. **NBR 7215**. Cimento Portland – determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996, 08 p.

\_\_\_\_\_. Rio de Janeiro. **NBR 13818**. Determinação da resistência à abrasão profunda (anexo E). Rio de Janeiro, 1997 a, 05 p.

\_\_\_\_\_. Rio de Janeiro. **NBR 13818**. determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão. (anexo C) RJ, 1997 c, 03 p.

AGOPYAN, V e DELLORE, A – Materiais de construção reforçados com fibras: uso do papel imprensa, In: **Tecnologia de Edificações/ Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha** – São Paulo: Pini Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações, 1988. 1ª Ed. p. 35 a 38.

AGOPYAN, V – Estudo dos materiais de construção civil – materiais alternativos. In: **Tecnologia de Edificações/ Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha** – São Paulo: Pini Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações, 1988. 1ª Ed. p. 75 a 78.

BERALDO, A L.; NÄÄS, I. A. e FREIRE, W. J. – **Materiais para construção rurais**. LTC Livros Técnicos e Científicos Ed., RJ, 167 p., 1991.

CINCOTTO, M. A. – Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil, In: **Tecnologia das Edificações/ Projeto de**

**Divulgação Tecnológica Lix da Cunha** – São Paulo: Pini: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações, 1988. 1ª Ed.. p. 71 a 74.

FLAUZINO, W. D. – Durabilidade de materiais e componentes das edificações. In: **Tecnologia de Edificações/ Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha** – São Paulo: Pini: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações, 1988. 1ª Ed.. p. 79 a 84.

FREIRE, W. J. – Materiais de Construção. In: **Introdução à Engenharia Agrícola** – (Luiz A B. Cortez e Paulo S. G. Magalhães, coordenadores), 2ª ed., Campinas, S.P.: Editora da UNICAMP, p. 137 a 144, 1993.

GARLET, G e GREVEN, H. A - Aproveitamento de resíduos de E.V.A da indústria calçadista na construção civil. In: **Workshop Reciclagem e Reutilização de Resíduos como Materiais de Construção Civil** – São Paulo, 1996 – PCC – USP, Anais, 08 p.

HOINACKI, E. – **Peles e Couros, Origens, Defeitos e Industrialização**. 2ª ed., revisão ampla, Porto Alegre, R.S. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 319 p., 1989.

MASUERO, A B.; MOLIN, D. C. C. e VILELA, A – Resíduos da Indústria Coureira: Caracterização e Potencialidade de Uso de Cinza de Serragem Cromada. In: **Workshop Reciclagem e Reutilização de Resíduos como Materiais de Construção Civil** – São Paulo, 1996 – PCC – USP, Anais.

MUCCILOLO, P. – **Produção e Preparo de Couros e Peles** – Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro. 1948, 163 p.

NÄÄS, I.A. – **Princípios do conforto térmico na produção animal**. São Paulo, S.P. Ícone, 183 p. 1989.

PALOMBO, T. – Matéria-prima Renovável. Resíduos Industriais, In: **Notícias FIESP/CIESP**. São Paulo, S.P. p. 8 a13. 2003.