



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE FÉCULA DE MANDIOCA COMO AGREGADO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Patrícia Gracieli Zembrzuski Pelissari¹, Djuliano Paz², Luana Boron², Eliane Hermes³, Carlos Alberto Mucelim⁴

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a reutilização da fibra residual da mandioca como matéria-prima na construção civil, como agregado de argamassa de revestimento. O resíduo utilizado foi obtido de uma fecularia localizada no município de Missal – Paraná. Foram aplicados quatro tratamentos distintos com 0, 10, 20 e 30% de adição de fibras, avaliando o desempenho mecânico e físico com relação à resistência a compressão, retenção de água, densidade de massa, teor de ar incorporado e teste de retração. O teste de resistência a compressão demonstrou que a inserção de fibras diminuiu a resistência da argamassa, sendo que as concentrações de 10 e 20% apresentam valores próximos à resistência oferecida pela argamassa plena (0%). A adição de fibras provocou um pequeno decréscimo na massa específica dos compósitos com 20 e 30% de fibras e o teor de ar incorporado demonstrou uma baixa variabilidade em relação aos compósitos com agregado de fibras e a matriz cimentícia plena. No teste referente à retenção de água a composição com adição de 10% de fibras é a que mais se assemelha a matriz cimentícia plena. Os testes de retração demonstraram que não houve retração da massa nas diferentes porcentagens testadas..

Palavras-chave: adição de fibras, resistência a compressão, retração.

USE OF CASSAVA STARCH WASTE AS ADJOINED OF COVERING MORTAR

ABSTRACT

This work aimed to study the reuse of the residual fiber of the cassava as material excels in civil construction, as adjoined of covering mortar. The waste used was obtained from an industry located in Missal - Paraná. Four different treatments were applied with 0, 10, 20 and 30% of fiber adding, assessing the mechanical and physical performance with respect to compression resistance, water retention, mass density, incorporated air content and retraction test. The compression resistance test demonstrated that the fibers addition decreased the mortar resistance, while concentrations of 10 and 20% have values close to the resistance offered by full mortar (0%). The addition of fibers caused a small decrease in the specific mass of composites with 20 and 30% of fibers and the incorporated air content showed a low variability in relation of the composites with fiber added and the full cementations matrix. In the test on the water retention the composition with the addition of 10% of fiber is that most resembles the full cementations matrix. The retraction tests showed that no had mass retraction in the differents percentages tested.

Keywords: fiber addition, compression resistant, retraction.

Trabalho recebido em 24/07/2009 e aceito para publicação em 04/02/2010.

¹ Tecnóloga Ambiental. Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável pela Universidad Técnica de Comercialización y Desarrollo (UTCD).

² Tecnólogo Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira-PR

³ Tecnóloga Ambiental. Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP: 85814-110, Cascavel-PR. E-mail: elianehermes@yahoo.com.br

⁴ Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Prof. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira-PR

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é em qualquer sociedade, o setor responsável pelo consumo do maior volume de recursos naturais, em estimativas que variam entre 15 e 50% dos recursos extraídos, além de seus produtos serem grandes consumidores de energia (MIRANDA, 2000).

Sobre o custo da matéria-prima para construção de materiais tradicionais no Brasil, Savastano Junior (2000) afirma ser bastante elevado, o que pode ser explicado pelo alto consumo de energia e transporte, além da tendência oligopolista do setor produtivo de materiais básicos. O preço da matéria-prima tem forçado o desenvolvimento tecnológico dos processos de reaproveitamento.

O desenvolvimento de novos materiais torna possível a utilização de resíduos industriais para incorporação e substituição de recursos naturais em produtos convencionais, agora denominados de alternativos e ecologicamente corretos.

Pode-se citar as fibras naturais, como reforço de matrizes frágeis a base de materiais cimentícios, que devem despertar num futuro próximo, grande interesse nos países em desenvolvimento, em função da economia de energia pelo seu baixo custo, disponibilidade e também no que se refere

às questões ambientais (SAVASTANO JUNIOR, 2000).

Resíduos fibrosos provenientes da agroindústria de mandioca podem ser utilizados para reforço de matrizes cimentícias alternativas. Entretanto, estudos devem ser levados a efeito para verificar sua eficiência no que tange à construção, bem como possíveis impactos ambientais.

Sobre a utilização de fibras vegetais Savastano Junior (2000) afirma que, trabalhos similares já vêm sendo desenvolvidos com telhas de coberturas de pequenas dimensões, painéis de vedação vertical, caixas d' água e pias de cozinha com materiais a base de cimento, fabricados a partir de processos simples e de baixo custo com reforços de fibras vegetais, o que pode representar significativa contribuição para o rápido crescimento da infra-estrutura do país. Também já foram investigados vários elementos como escórias de alto forno, biomassa de solos entre outros, como aditivos para produção de concreto em misturas de cimento (AYHAN & ASLAN, 1998).

O bagaço é o principal descarte sólido produzido nas fecularias, e em geral, é jogado nos cursos d' água ou deixado em valas que extravasam e carregam grande carga orgânica para os mesmos. Este

resíduo é composto pelo material fibroso da raiz, contendo parte da fécula que não foi possível extrair no processamento. A retenção de amido no bagaço indica deficiência no processo industrial de extração (PRADO, 1999; LEONEL & CEREDA, 2000).

Os resíduos obtidos como resultado da industrialização da mandioca podem se converter em sub-produtos de valor agregado não desprezível ao empresário e destinar-se à fabricação de variados produtos, como exemplo tem-se: rações para a pecuária em geral, utilizado na alimentação de animais, ricas em amido e fibras (PRADO, 1999). A água residual contida na raiz pode destinar-se no campo à fertirrigação e ao controle de ervas daninhas e, na indústria à produção de biogás.

Em função de sua elevada demanda por matérias-primas, o macro-complexo da construção civil possui um importante papel de reutilização e reciclagem de resíduos produzidos no seu processo de produção e também por outras cadeias produtivas. Assim, deverá aumentar a parcela de resíduos utilizados na produção de materiais e componentes para a construção civil, tanto em tecnologias convencionais como inovadoras (WORKSHOP HABITARE, 2001).

Na construção civil, os inúmeros materiais usados apresentam características frágeis (gesso, cimento, argamassa de cimento e concreto), e que com a adição de fibras tem-se uma melhoria na resistência a tração e flexão, conferindo uma maior ductilidade e resistência a choques. No caso particular do cimento puro, têm-se elevada resistência a compressão, baixíssima ductilidade e grande facilidade de moldagem. Essa fragilidade excessiva pode causar fratura do material por impacto, durante o processo de desmoldagem ou no transporte. Com a inclusão da fibra o aumento da ductilidade é considerável e com isso tem-se um produto de qualidade e segurança (FUJYAMA et al., 1999).

O uso das fibras vegetais no entanto, depende de outras tecnologias adequadas à construção de baixo custo. É o caso de resíduos agroindustriais próprios à obtenção de cimentos alternativos de baixa alcalinidade, em substituição parcial ao cimento Portland. Trata-se pois de um processo de adequação tecnológica não só do material, com também do componente produzido (telhas de cobertura, argamassa de revestimento), com certo nível industrial de produção, atendendo a padrões de qualidade pré-fixados (CEPED, 2001).

Este trabalho teve por objetivo estudar a reutilização do resíduo da industrialização de fécula de mandioca na construção civil, avaliando o desempenho mecânico e físico em compósitos com diferentes concentrações de fibras agregadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para estudar o desempenho da argamassa agregada de fibras residuais de mandioca em corpos de prova específicos procedeu-se a elaboração da massa a ser utilizada, onde realizou-se a determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência padrão, segundo NBR 13276 (1995).

Os testes físicos e mecânicos aplicados foram: a determinação da resistência a compressão (NBR 13279, 1995), a determinação da retenção de água (NBR 13277, 1995), a determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado (NBR 13278, 1995) e o teste de retração, não padronizado.

No planejamento metodológico definiu-se para a determinação da resistência a compressão a elaboração de um delineamento inteiramente casualizado com 3 (três) repetições onde a unidade experimental era um peça cilíndrica com 5 cm de diâmetro de 10 cm de altura e a

variável em análise era a resistência axial e diametral em MPa. Os tratamentos utilizados foram: T1 – 0% de adição de fibra (testemunha), T2 – 10% de adição de fibra, T3 – 20% de adição de fibras e T4 – 30% de adição de fibras. Para os demais testes físicos e mecânicos foi realizada a análise estatística.

Os testes mecânicos e físicos foram realizados em corpos de prova elaborados com concentrações de 0, 10, 20 e 30% de fibras incorporadas. A não inserção de fibras constitui a testemunha, denominada matriz cimentícia plena. O que se buscou foi estabelecer um comparativo entre a testemunha e os demais tratamentos quanto à resistência a compressão.

Foram elaborados quatro corpos de prova prismáticos com dimensões 30x20x5 cm para a realização do teste físico de retração de massa. Elaborou-se 56 corpos de prova cilíndricos com 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura para os ensaios de determinação da resistência a compressão axial.

A massa específica e o teor de ar incorporado do compósito foram determinados a partir de um recipiente cilíndrico de PVC vazio, com massas e dimensões conhecidas. Para a determinação do ensaio de retenção de água usou-se molde cilíndrico de aço com 100 mm de diâmetro e 25 mm de altura

(dimensões internas), parede e base com 5 mm de espessura, apoiado por placa de aço com 5 mm de espessura e usinagem lisa em uma das faces.

A elaboração dos corpos de prova foi levada a efeito com cimento tipo Portland CP II F 32, utilizado comumente na construção civil, areia com granulometria máxima de 4,8 mm, estabelecida após sete passagens do produto por sete peneiras diferentes, cal, água e bagaço de mandioca obtida de uma fecularia localizada no município de Missal - Paraná, usados na fabricação do compósito.

Foram utilizados moldes de aço untados com óleo queimado como forma de evitar-se a aderência excessiva dos corpos de prova moldados. Para moldagem dos corpos de argamassa reforçados com fibras foi selecionado um traço em massa para argamassa nas proporções 1:2:8:0,5, ou seja, para 1 parte de cimento, 2 partes de cal, 8 partes de areia e 0,5 partes de água.

A produção de compósitos obedeceu a seqüência de adicionar a cal, a areia e o cimento em um recipiente e misturar até atingir uma composição homogênea e uniforme. As fibras forma misturadas em outro recipiente com água, afim de promover uma mistura mais homogênea. Para incorporar a fibra,

procedeu-se a adição paulatina, misturando-se bem todos os constituintes até obter um material pastoso.

Procedeu-se a determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência padrão. Imediatamente após a mistura da massa analisou-se o ponto de consistência da massa pelo teste flow table. O processo consistiu na moldagem da massa em uma forma tronco-cônica com sua base maior apoiada na mesa.

Com o auxílio de uma espátula foi colocada a argamassa na forma, em três camadas da mesma altura e, com soquete normal aplicava-se 15, 10 e 5 golpes uniformes e homogeneamente distribuídos, respectivamente, na primeira, segunda e terceira camada. Terminada esta operação, removia-se o material que ultrapassava a borda superior e alisava-se o topo com a régua.

Terminado o enchimento da forma, esta foi imediatamente retirada levantando-se verticalmente e em seguida movia-se a manivela do aparelho para a medida de consistência, fazendo com que a mesa caísse 30 vezes em aproximadamente 30 s, o que provocava o espalhamento do tronco do cone da argamassa. Mediu-se o diâmetro da base do tronco de cone de argamassa após o abatimento feita com auxílio de um paquímetro e expressa em milímetros.

O índice de consistência da argamassa é a média aritmética das medidas de três diâmetros ortogonais. O ensaio teve que ser repetido sempre que a média aritmética das medidas dos três diâmetros ortogonais não estivesse entre 22 e 23 mm. Quando esse tamanho era determinado, a massa passava a ser considerada como de consistência ideal. Procedia-se então a etapa de moldagem dos corpos de prova.

Após esta etapa os corpos de prova foram submetidos a um período de cura inicial ao ar e a um período final em água. A cura inicial ao ar consistia em logo após a moldagem, os corpos de prova ainda nos moldes eram colocados em câmara úmida onde permaneciam por 24 h com a face superior protegida por uma placa de vidro plana. Já na cura final em água, estes eram imersos no tanque de água saturada de cal, onde permaneciam até o momento do ensaio. Desde a retirada da câmara úmida até o momento do ensaio de compressão, permaneciam protegidos de maneira que toda a superfície exterior permanecesse úmida.

Antes da ruptura dos corpos de prova, procedeu-se um processo de capeamento que consistiu na utilização de uma mistura de enxofre a quente de modo que a camada formada em cada topo

satisfizesse as condições geométricas e apresentassem espessura máxima de 2 mm.

Para a realização do teste de retração foram moldados formas planas de 30x20x5 cm. O teste consistia em colocar dois pregos, um em cada ponto próximo as extremidades longitudinais do molde ainda fresco para depois que este amadurecesse (28 dias) observava-se o grau de retração da argamassa pelo deslocamento do prego. Este teste não é normatizado mas geralmente é efetuado para a obtenção da determinação adicional do desempenho mecânico de compostos cimentícios.

Para se calcular a massa específica e o teor de ar incorporado do compósito ocorreu o procedimento de pesagem do recipiente cilíndrico de PVC vazio, registrou sua massa e posteriormente este foi enchido com água destilada e novamente foi registrado seu volume. Após a pesagem, o recipiente era preenchido com porções de argamassa formando três camadas de alturas aproximadamente iguais e em cada camada eram aplicados vinte golpes ao longo do perímetro da argamassa. Cada golpe correspondia a entrada e a saída da espátula na posição vertical.

Na primeira camada, a espátula não batia fortemente contra o fundo do recipiente a nas demais, a espátula era aplicada somente com a força necessária

para penetrar na superfície da camada imediatamente inferior. Após a execução e golpeamento da última camada, aplicou-se cinco golpes de soquete a intervalos regularmente distribuídos ao redor da parede externa do recipiente.

Posteriormente a retirada da espátula, rasou-se o recipiente de PVC com a régua com duas passadas ortogonais entre si, fazendo movimentos de vaivém em toda a superfície com inclinação de 45° em relação à superfície da argamassa. Esta operação foi realizada em no máximo 90 s contados a partir do preenchimento do recipiente. Após a eliminação de qualquer partícula ou água aderida a parede externa, foi pesada a massa do molde com argamassa.

Para a determinação da retenção de água foi pesado o molde seco e limpo e o disco de papel. Foi então preenchido o molde com argamassa, colocando-se 20 incrementos aproximadamente iguais para que se obtivesse um pequeno excesso.

O molde foi rasado com uma espátula, apoiando-a sobre a borda do

molde para que esta forma-se um ângulo de 45°, em movimento de vaivém em toda área em uma única passada para eliminar apenas o excesso. As bordas do molde foram limpas e este foi novamente pesado agora com a argamassa.

Sobre a superfície da argamassa foi colocado doze discos de papel filtro, onde foi aplicado centralizadamente o peso de 2 Kg, acionando imediatamente o cronômetro. Após 2 min o peso foi retirado juntamente com o conjunto de papéis filtro molhados que foram pesados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corpos de prova capeados foram rompidos a compressão nas idades especificadas de acordo com o cimento em ensaio, segundo as exigências da NBR 7215 (1996). Esta norma estabelece que a idade de cada corpo de prova é contada a partir do instante em que o cimento é posto em contato com a água de mistura. Os resultados dos testes de resistência a compressão estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Teste de resistência a compressão no diferentes tempos de maturação dos corpos de prova.

% Fibra	Compressão segundo os tempos de maturação dos corpos de prova em MPa			
	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
0	2,76	3,25	4,01	4,62
	2,93	3,66	4,60	4,88
	2,52	3,25	4,09	4,57
10	2,47	3,51	4,13	4,52
	2,50	3,07	3,25	4,16
	2,48	3,30	3,70	4,34
20	1,80	2,52	3,09	3,89
	2,04	2,44	2,72	3,88
	1,92	2,25	2,91	3,89
30	1,54	2,18	1,78	2,34
	1,45	2,04	1,70	2,10
	1,49	2,11	2,27	2,42

Os dados demonstram que quanto maior a adição de fibras na argamassa menor a resistência em todos os tempos de maturação, Observando-se os resultados para tempo de 28 dias, a argamassa adicionada de 30% de fibra possui valores de resistência a compressão acentuadamente menor que a argamassa plena. Entretanto as concentrações de 10 e 20% de fibra têm valores próximos à resistência oferecida pela testemunha.

Comparando-se os índices médios, conclui-se que a resistência média observada para o tratamento de 30%, que é de 2,29 MPa, sendo 104,75% menor que a resistência observada na matriz cimentícia plena, que tem média de 4,69 MPa. As resistências no tempo de maturação de 28 dias para as concentrações de 10 e 20% de fibra possuem uma diferença percentual de

resistência inferior a 8,15 e 20,6% respectivamente, quando comparadas com a média da matriz cimentícia plena.

Os coeficientes de variação calculados para as concentrações de fibra de 0, 10, 20 e 30% são respectivamente 3,47, 5,89, 0,07 e 7,15%. Todos os coeficientes são inferiores a 10%, o que implica que segundo Pimentel Gomes (1987), os valores são considerados baixos e portanto os tratamentos são homogêneos, ou seja, possuem baixa variabilidade.

Fujjyama (1999) avaliou a mudança no desempenho em compressão acarretada pela incorporação de fibras de sisal a argamassa de cimento, através da comparação da performance do material compósito da argamassa plena sem reforço. Tal avaliação foi considerada importante tendo em vista a necessidade de

verificar como a elevada resistência à compressão da argamassa de cimento poderá ser afetada pela incorporação das fibras de sisal.

Para verificar se as diferenças de médias de resistência à compressão

diferiam estatisticamente entre si, procedeu-se uma análise de variância (ANOVA), seguido do teste de hipótese F. A ANOVA pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de Variância.

Causa da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F_0	Valor de p
Tratamentos	3	10,1158	3,3719	156,07	0,000
Erros	8	0,1728	0,0216		
Total	11	10,2887			

Para verificar se existe diferença significativa entre as médias de resistência a compressão, realizou-se o teste F ao nível de 5% de significância, elaborando-se duas hipóteses: H_0 – onde as médias das resistências a compressão são estatisticamente iguais e H_1 – onde as médias são estatisticamente diferentes.

Analisando-se a Tabela 2, observa-se que o valor de F_0 é de 156,07 e comparando-se esse valor com o valor tabular F a 5% de significância associado a 3 tratamentos e 8 resíduos para o numerador e denominador respectivamente, o valor de F é igual a 4,07. Como $F_0 > F$, rejeita-se H_0 ao nível de 5% de significância. Logo se pode concluir que as médias de resistência a compressão para os tratamentos são estatisticamente diferentes.

Procedeu-se também o teste de Tukey, onde este indicou que as médias dos tratamentos de matriz cimentícia plena e matriz adicionada de 10% de fibras são estatisticamente iguais. Os demais tratamentos diferem a 5% de significância. Logo, o melhor desempenho quanto à resistência a compressão axial é o tratamento com adição de 10% do resíduo.

Os testes de retração demonstraram que não houve retração da massa na diferentes porcentagens testadas, significando um ponto positivo em relação ao desempenho mecânico. A Tabela 3 apresenta os resultados dos testes para determinação da massa específica e do teor de ar incorporado.

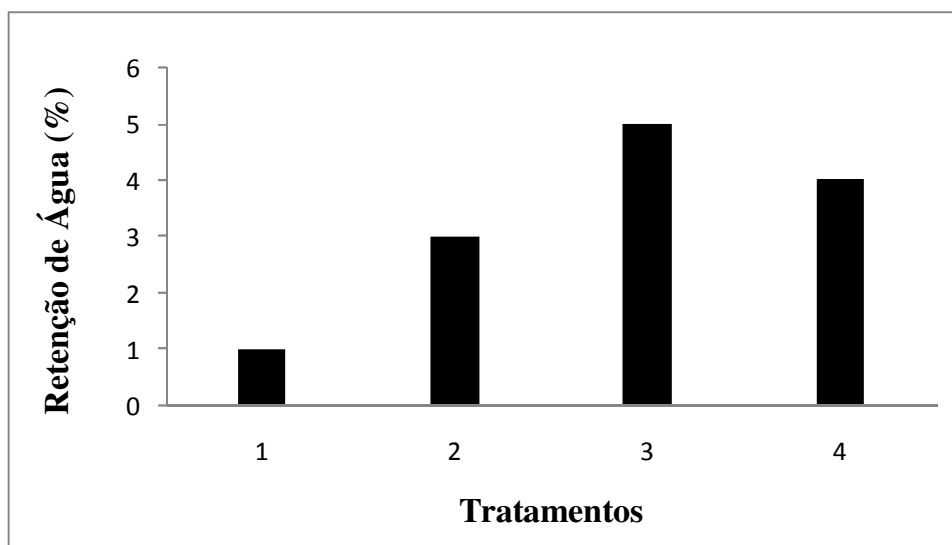
Tabela 3. Densidade de massa e do teor de ar incorporado.

Testes	Tratamento (% de Fibras)			
	0%	10%	20%	30%
Massa Específica (g/m ³)	1,813	1,815	1,808	1,788
Ar Incorporado (%)	0,01670	0,01657	0,01651	0,0160

A adição de fibras provocou um pequeno decréscimo na massa específica dos compósitos com 20 e 30% de fibras, ou seja, diminuição do peso da argamassa de cimento. Baixas densidades são desejáveis para facilidade do manuseio, entretanto a argamassa de cimento reforçada com 10% de fibras mostrou-se ligeiramente superior em relação à argamassa plena. O teor de ar

incorporado determinado mostrou uma baixa variabilidade em relação aos compósitos com agregado de fibras e a matriz cimentícia plena.

Os testes referentes à retenção de água em argamassa de cimento incorporada de fibras podem ser visualizados na Figura 1.

**Figura 1.** Porcentagem de retenção de água.

Os ensaios demonstraram valores próximos ao da argamassa plena. A composição com adição de 10% de fibras é a que mais se assemelha a matriz cimentícia plena e a argamassa com 20%

de fibras agregadas diferenciou-se das demais.

O aumento de absorção de água nos compósitos agregados com fibras indica uma hidratação suficiente e decréscimo no

módulo de elasticidade, já que para a adição de 30% de fibras a elasticidade esteve entre 400 e 650 MPa enquanto que para os demais tratamentos os valores estiveram sempre acima de 600 MPa. Este resultado mostra-se extremamente favorável, pois esta diminuição representa o aumento da ductilidade destes compósitos.

4. CONCLUSÃO

Apesar da diminuição da resistência a compressão axial dos compósitos agregados com fibra, este resíduo pode ser usado como argamassa de revestimento, pois para a alvenaria de vedação, que é a mais utilizada em obras, a resistência é entre 1,5 a 2,0 MPa e os valores das argamassas agregadas variaram entre 1,49 a 4,69 MPa.

O bagaço obtido demonstrou potencialidade para o emprego como agregado de materiais cimentícios e direcionados à construção de baixo custo.

5. REFERÊNCIAS

- AYHAN, D.; ASLAN, A. Evaluation of lignite combustion residues as cement additives. **Cement and Concrete Research**, Turquia, v. 29, p. 983-987, 1998.
- CEPED (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento). Sistemas de cobertura para construções de baixo custo – uso de fibras vegetais e de outros resíduos agroindustriais. 2001.
- FUJYAMA, R. T.; DARWISH, F. A.; GHAVAMI, K. **Caracterização do comportamento em compressão uniaxial de argamassa de cimento reforçada por fibras de sisal**. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro. 1999.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 20. Campinas. **Anais...** Campinas, 2000.
- MIRANDA, L. F. R. **Estudos de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- NBR 7215. Cimento Portland – **Determinação da resistência à compressão** – Método de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- NBR 13277. Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – **Determinação da retenção de água**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- NBR 13278. Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – **Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- NBR 13279. Argamassa para Assentamento em Paredes e Revestimentos de Paredes e Tetos - **Determinação da Resistência Compressão** - Método de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.**

Piracicaba: Editora Nobel, 1987.

PRADO, M. R. **Reaproveitamento de resíduos líquidos em fecularias.**

193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental).

Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 1999.

SAVASTANO JUNIOR, H. **Materiais a base de cimento reforçados com**

fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de

baixo custo. 152 f. Tese (Livre Docência Construção Civil).

Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade

de São Paulo. São Paulo, 2000.

WORKSHOP HABITARE. Resultados e Perspectivas. Florianópolis.,

2001.