

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**LEVANTAMENTO DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS
AGRO-INDUSTRIAIS E SEU POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO
NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**

Blanca Stela Sabalsagaray

Dissertação apresentada ao do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Orientadora: Prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin

Porto Alegre

1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**LEVANTAMENTO DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS
AGRO-INDUSTRIAIS E SEU POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO
NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**

Blanca Stela Sabalsagaray

Dissertação apresentada ao do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Orientadora: Prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin

Porto Alegre

1998

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin
Dra. Pela Universidade de São Paulo
Orientadora

Prof. Francisco de Paula Simões Lopes Gastal
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
Em Engenharia Civil

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Miguel Aloysio Sattler.
PhD. Pela Universidade de Sheffield, Reino Unido

Prof.Hélio Adão Greven.
Dr. Ing.pela Universidade de Hannover, Alemanha

Prof.Cláudio Souza Kazmierczak.
Dr. Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

A todos os que colaboraram neste trabalho, meu reconhecimento.

Ao povo irmão de Brasil e a suas autoridades, particularmente à UFRGS, CAPES e CNPQ que permitem fazer possível meu trabalho.

À Universidade da Republica de Montevideo, Uruguai.

A meu orientadora a professora Denise Dal Molin pelo permanente apoio e valiosas observações.

Ao apoio brindado pelos professores e integrantes de NORIE.

A meus amigos brasileiros, uruguaios, a minha família e Atilio.

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS.....	IV-V
LISTA DE TABELAS.....	VI-VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	IX-X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Geral.....	5
1.1.2 Específicos.....	5
1.2 Hipóteses.....	5
1.3 Estrutura do trabalho.....	6
1.4 Limitações da pesquisa.....	6
2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRO-INDUSTRIAIS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.....	8
2.1 Couros.....	8
2.1.1 Origem dos resíduos sólidos de curtume.....	8
2.1.2 Características físico-químicas e propriedades dos resíduos de couro.....	11
2.1.2.1 Resíduos sólidos de curtume.....	11
2.1.2.2 Cinza de resíduo sólido com cromo.....	12
2.1.3. Aplicação na indústria da construção.....	12
2.2 Arroz.....	17
2.2.1 Origem dos resíduos de arroz.....	17
2.2.2 Características físico - químicas e propriedades dos resíduos de arroz.....	18

2.2.2.1 Casca do arroz.....	18
2.2.2.2 Cinza de casca de arroz.....	19
2.2.3 Aplicação na indústria da construção.....	21
2.2.3.1 Casca de arroz.....	21
2.2.3.2 Cinza de casca de arroz.....	23
3 TRABALHO DE CAMPO.....	33
3.1 Método de coleta de dados.....	34
3.1.1 Instituições investigadas.....	34
3.1.1.1 Instituições estatais.....	34
3.1.1.2 Instituições mistas.....	34
3.1.1.3 Produtores ou empresas privadas.....	35
3.1.2 Produtos agro-industriais.....	35
3.1.3 Seleção prévia dos produtos agro-industriais.....	36
3.2 Método de processamento dos dados obtidos no trabalho do campo.....	37
3.2.1 Aspectos gerais.....	37
3.2.1.1 Cereais.....	38
3.2.1.1.1 Dados de produção e localização geográfica.....	38
3.2.1.1.2 Cálculo de resíduos e localização geográfica.....	39
3.2.1.2 Couro.....	39
3.2.1.2.1 Dados de abate do gado.....	40
3.2.1.2.2 Cálculo de resíduos produzido no processo do curtimento do couro e localização geográfica.....	41
3.2.1.3 Florestação.....	42
3.2.1.3.1 Cálculo de produção e localização geográfica.....	42
3.2.1.3.2 Cálculo de resíduos de serrarias e localização geográfica.....	43
4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....	44
4.1 Cereais.....	44
4.1.1 Arroz.....	44
4.1.1.1 Dados de produção e localização geográfica.....	44

4.1.1.2	Cálculo de resíduos e localização geográfica.....	50
4.1.2	Trigo.....	55
4.1.2.1	Dados de produção e localização geográfica.....	56
4.1.2.2	Cálculo de resíduos e localização geográfica.....	62
4.1.3	Milho.....	65
4.1.3.1	Dados de produção e localização geográfica.....	65
4.1.3.2	Cálculo de resíduos e localização geográfica.....	71
4.1.4	Cevada.....	73
4.1.4.1	Dados de produção e localização geográfica.....	74
4.1.4.2	Cálculo de resíduos e localização geográfica.....	79
4.1.5	Considerações finais sobre cultivo de cereais e geração de resíduos.....	83
4.2	Couros	86
4.2.1	Dados de abate de gado.....	87
4.2.2	Cálculo de resíduos produzidos no processo do curtimento do couro e localização geográfica.....	88
4.3	Florestação.....	92
4.3.1	Cálculo de produção e localização geográfica.....	94
4.3.2	Cálculo de resíduos de serrarias e localização geográfica.....	97
5	ANÁLISE DOS DADOS.....	101
5.1	Seleção por volumes e utilizações no Uruguai.....	101
5.2	Possibilidade de uso na indústria da construção.....	106
5.3	Avaliação econômica dos resíduos tecnicamente viáveis no Uruguai.....	109
5.3.1	Valor equivalente da cinza de casca de arroz.....	109
5.3.2	Valor equivalente dos resíduos de couro.....	111
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
7	REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA.....	116

LISTA DE FIGURAS

2.1	Diafratograma de raios X dos compostos da cinza e arroz queimada a 700 °C.	21
3.1	Instituições nas quais foram coletados os dados.....	33
4.1	Produção do arroz.....	46
4.2	Localização geográfica do cultivo do arroz.....	49
4.3	Geração de resíduo de arroz.....	50
4.4	Produção do trigo.....	58
4.5	Localização geográfica do cultivo do trigo.....	61
4.6	Geração de resíduo do trigo.....	62
4.7	Produção do milho.....	67
4.8	Localização geográfica do cultivo do milho.....	70
4.9	Geração de resíduos de milho.....	71
4.10	Produção de cevada.....	75
4.11	Localização geográfica do cultivo de cevada cervejeira.....	78
4.12	Geração de resíduo da cevada cervejeira.....	79
4.13	Produção comparativa de arroz, trigo, cevada e milho.....	84
4.14	Localização geográfica dos resíduos agro-industriais.....	85
4.15	Abate de gado.....	88
4.16	Processo de transformação da pele e geração de resíduos sólidos após curtimento.....	88
4.17	Localização geográfica dos curtumes.....	91
4.18	Produção de madeira serrada.....	94
4.19	Localização geográfica das plantações.....	96
4.20	Resíduos da produção de madeira	97
4.21	Localização de serrarias.....	100
5.1	Produção e geração de resíduos, em toneladas.....	102
5.2	Produção relativa, em porcentagem dos resíduos agro-industriais gerados no Uruguai.....	103
5.3	Utilização dos resíduos.....	104
5.4	Produção relativa, (em porcentagem), dos resíduos da casca de arroz e de couro.....	106
5.5	Gráfico de dosagem para concretos com e sem adições de cinza de casca de	

arroz.....	110
------------	-----

LISTA DE TABELAS

2.1	Composição aproximada de alguns resíduos sólidos de curtume.....	11
2.2	Composição química da cinza de resíduo sólido com cromo.....	12
2.3	Composição química da casca de arroz (CA)	18
2.4	Características físicas da casca de arroz.....	19
2.5	Composição química da cinza de casca de arroz (CCA) queimada à 700°C.	20
2.6	Características físicas da cinza de casca de arroz (CCA).....	20
3.1	Produção de cereais nos últimos anos.....	38
3.2	Quantidade de resíduo sólido produzidos nos distintos processos de curtimento por cada 1000 kg de pele	42
4.1	Produção, áreas semeadas e rendimento dos últimos dez anos do arroz.....	45
4.2	Evolução da produção de arroz nos departamentos do Uruguai durante os anos de 1983 a 1993 em tons.....	47
4.3	Produção do arroz por departamento ordenada em forma decrescente e suo porcentagem do total -1993.....	48
4.4	Produção de resíduo de campo do arroz nos últimos dez anos.....	51
4.5	Exportação e importação do arroz com casca em toneladas (1993/94).....	52
4.6	Produção, exportação, quantidade de resíduo produzido nos processos industriais nos departamentos e emprego deste em toneladas (1993/94).....	53
4.7	Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz (1993/94)....	54
4.7a	Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz empregado em descarte ou venda (1993/94)	54
4.7.b	Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz empregado para combustível (1993/94)	55
4.7.c	Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz empregado para combustível na produção de cimento portland (1993/94).....	55
4.8	Produção, áreas semeadas e rendimento do trigo durante os anos de 1983 a 1993.....	57
4.9	Produção do trigo por departamento ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total - 1990.....	59
4.10	Produção do trigo por departamento ordenada em forma decrescente, -1980	60
4.11	Produção de resíduos de campo e industriais de trigo nos últimos dez anos	

em toneladas.....	63
4.12 Localização por departamento dos moinhos de processamento de trigo e quantidade de resíduos 1993/94 em toneladas anuais.....	64
4.13 Produção, áreas semeadas e rendimentos do milho no período 1983 a 1993.	66
4.14 Produção do milho por departamento ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total - 1990.....	68
4.15 Produção do milho por departamento ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total - 1980.....	69
4.16 Produção de resíduos de campo de milho nos últimos dez anos em toneladas	72
4.17 Emprego da produção de milho em toneladas -1993.....	73
4.18 Produção, áreas semeadas e rendimento, nos últimos dez anos, da cevada....	74
4.19 Produção da cevada por departamento, ordenada em forma decrescente -1990.....	76
4.20 Produção, áreas semeadas e rendimento da cevada nos últimos dez anos -1980.....	77
4.21 Produção de resíduos de campo e industriais nos últimos dez anos de cevada em toneladas.....	80
4.22 Empresas e seus porcentagem de participação em relação à produção nacional -1993/94.....	81
4.23 Produção da cevada situada nos silos, resíduos gerados nestes e localização geográfica em toneladas anuais (1993/94)	82
4.24 Produção de cevada que entra nas plantas industrializadoras, resíduos gerados nestas e localização geográfica em toneladas anuais(1993/94).....	83
4.25 Abate controlado e não controlado de bovinos nos últimos dez anos.....	87
4.26 Resíduo sólido produzido no processo do curtimento ao cromo, em toneladas anuais (1993).....	90
4.27 Censo área de florestação - bosques artificiares (hás cultivadas) 1985 - 1993	92
4.28 Extração de madeira roliça em porcentagem e seus destinos nos últimos dez anos.....	93
4.29 Extração de madeira roliça, em toneladas e seus destinos nos últimos dez anos	95
4.30 Produção de resíduos de serragem, nos últimos dez anos, em toneladas.....	98
4.31 Quantidades de resíduos das serrarias produzido por mês e por ano em	

	toneladas -1992.....	98
4.32	Situação geográfica dos resíduos serrarias - 1992.....	99
5.1	Resíduos de campo e industriais, dos três setores estudados - cereais couro florestaço- 1993/1994.....	101
5.2	Resíduos agro-industriais e suas porcentagens do total.....	102
5.3	Origem dos resíduos agro-industriais, quantidades em toneladas e porcentagens com destinação.....	104
5.4	Clasificação dos resíduos do trabalho de acordo com a proposta.....	107
5.5	Emprego real na industria da construção, dos resíduos do cultivo de arroz, e resíduos de couro curtidos ao cromo.....	108
5.6	Obtenção da mesma resistêcia com diferentes adições de cinza de casca de arroz.....	110
5.7	Relação entre o porcentagem da adição de cinza de arroz e a penetração de cloretos.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

a/aglom	: relação água / aglomerante
a/c	: relação água / cimento
Al₂O₃	: óxido de alumínio
ASTM	: American Society for Testing and Materials
CA	: casca de arroz
CaO	: óxido de cálcio
Ca(OH)₂	: hidróxido de cálcio
CaSO₄	: sulfato de cálcio
CCA	: cinza de casca de arroz
Cl	: cloro
Cl⁻ / OH⁻	: relação iônica entre cloretos e hidroxilas
Coef.	: coeficiente
CP	: cimento Portland
CP ARI	: cimento Portland alta resistência inicial
CPyT	: Centro de Produtividade e Tecnologia
Cr₂O₃	: óxido de cromo (III)
CrIII	: cromo três
DICOSE	: Direção de controle de sementes, Frutos do País, Marcas e Sinales (Dependência de MGAP).
DIEA	: Direção de Censos e Questionários, Divisões Operações do Campo (Dependência de MGAP).
FAO	: Food and Agriculture Organization
fc	: resistência a compressão
Fe₂O₃	: óxido de ferro (III)
Hás	: hectares
HCl	: ácido clorídrico
H₂SO₄	: ácido sulfúrico
H,N,P,K	: hidrogênio, nitrogênio, fósforo, potássio
INAC	: Instituto Nacional de Carnes
Kg/hás	: relação quilograma/ hectares
kg/m³	: quilograma / metro cúbico

K₂O	: óxido de potássio
LATU	: Laboratório Tecnológico do Uruguai
m = a+p	: mortero = areia + pedregulho
MGAP	: Ministério Pecuária Agricultura e Pesca
MgO	: óxido de magnésio
MnO	: óxido de manganês
Na₂O	: óxido de sódio
NaOH	: hidróxido de sódio
NaSiO₃	: silicato de sódio
OECD	: Organization for Economic Cooperation and Development
P₂O₅	: óxido de fósforo (V)
Rb₂O	: óxido de rubídio
RILEM	: Réunion International des Laboratoires d'Essais et Matériaux
SiO₂	: sílices
SO₃	: óxido de enxofre
SrO	: óxido de estrôncio
Tons	: toneladas
V. médio	: valor médio
ZnO	: óxido de zinco

RESUMO

Entre os temas de preocupação mundial encontra-se a quantidade e ação prejudicial dos resíduos industriais e urbanos ao meio ambiente. Os países desenvolvidos e em desenvolvimento estão trabalhando intensamente no estudo e soluções a esta temática.

A indústria da construção é uma das indústrias que consome maior quantidade de materiais naturais, tendendo a produzir um esgotamento destes recursos. O custo e esgotamento das matérias primas que consome esta indústria faz que grande parte dos países utilizem estes resíduos na melhoria de materiais de construção, gerando uma diminuição da agressão e poluição ao meio ambiente, melhorando a qualidade de vida..

O presente trabalho refere-se aos resíduos produzidos pela agro- indústria e o aproveitamento destes dentro da indústria da construção e, particularmente, no Uruguai. O objetivo desta pesquisa foi identificar quais são os resíduos agro-industriais possíveis de serem utilizados do ponto de vista técnico e econômico na indústria da construção Uruguiaia. Pora tal, compila-se dados sobre a quantidade de produtos agro-industriais, sua localização, quantidade de resíduos produzidos no processo de industrialização e local de deposição destes resíduos. O método geral de coleta de dados é um levantamento das publicações de dados do censo realizadas pelas instituições do estado e também das publicações de instituições mistas e privadas.

A identificação dos produtos agro-industriais levou a uma seleção prévia destes, baseada na degradação rápida e agressividade ao meio ambiente. Os produtos selecionados foram sujeitos a uma escolha de acordo com a maior produção destes, nos últimos anos. Determinou-se o estudo dos cultivos cerealíferos (arroz, trigo, milho, cevada cervejeira), couros e florestação. Numa revisão bibliográfica da utilização dos resíduos na geração dos novos materiais e/ou no melhoramento destes, desenvolvida simultaneamente com o levantamento de dados, focaliza-se a revisão a apenas dois tipos de resíduos, os produzidos pelo produto arroz e resíduos de couro curtido ao cromo como possíveis de serem utilizados do ponto de vista técnico e econômico na indústria da construção.

ABSTRACT

The amount of industrial and urban waste and its deleterious action on the environment is an issue of world-wide concern. Developed and developing countries are working hard in the search for solutions to this problem.

The construction industry is one of the industries consuming greater quantities of natural materials, which tends to produce a depletion of these resources. Such is the cost and the depletion of the raw materials used by this industry that a large number of countries are using this waste to improve construction materials which leads to a decrease in the aggression to and pollution of the environment and is an improvement on life quality.

This paper deals with the waste from the agroindustrial sector and its use by the construction industry, particularly in Uruguay. The aim of this study is the identification of agroindustrial waste whose utilization is technically and economically viable in the construction industry. To this effect, data was compiled on the quantity of agroindustrial products, their localization, the amount of waste produced in the industrialization process as well as the sites for dumping such waste. In general, the data collected come from the census published by state entities and also by semi-public and private organizations.

The identification of agroindustrial products required a previous selection of such products on the basis of their rapid degradation and their aggressiveness to the environment. The products selected were those whose production has had a major increase in the past years. The study was carried out on cereal crops (rice, wheat, corn, barley), leather and forestry. The bibliographic review on the use of waste in the generation of new materials and/or the improvement of existing materials, carried out at the same time as data collection, is focused on the study of only two types of waste, those from rice and those from chrome-tanned leather, whose utilization is technically and economically viable in the construction industry .

1 INTRODUÇÃO

Os controles ambientais instrumentados são um reflexo dos problemas gerados pelos resíduos no meio ambiente. Nos últimos anos os países tem estreitado as diferenças nas normas de disposição de resíduos. As primeiras normativas foram dirigidas à diminuição da poluição do ar e água, logo aos resíduos sólidos. As substâncias inaladas ou bebidas são mais perigosa que aquelas presumivelmente bem confinadas.

Tem - se resíduos que não são prejudiciais, estes ficam incorporados à natureza ou incinerados, mas a maioria possui componentes que colocam em risco a saúde humana. A solução aplicada a estes resíduos foi sua deposição em aterros (em terrenos na beira de rios ou arroios), deposição em aterros sanitários ou incineração. Essas foram soluções parciais que trouxeram problemas à comunidade e ao meio ambiente.

A deposição dos resíduos nos espaços abertos geram problemas de contaminação do solo e das fonte de água. A maioria das vezes estes resíduos possuem componentes que, pela lixiviação, passam às capas freáticas transformando-se em outros componentes que podem entrar em contato com o indivíduo (ingestão e outros) e que produzem conseqüências cancerígenas e mutagênicas (ORGILES, 1991). Os espaços para aterros sanitários estão se esgotando. A maioria dos resíduos que se encontram neles ainda mantém um alto grau de toxicidade e, como a incineração, provocam contaminação do solo, de fontes de água e poluição atmosférica (TECHNIQUE, 1992).

Os governos, pela pressão exercida pela sociedade, tentam controlar o crescimento dos resíduo e sua deposição cobrando pelas toneladas de resíduos gerados e sua eliminação. Uma pergunta que é valida colocar: os poluidores pagam o verdadeiro custo pela degradação que causam?. Os custos médios pela deposição e incineração encontram-se entre US\$20 e 80 e US\$30 e 130 por tonelada, respectivamente, nos países desenvolvidos. Porém na realidade o desafio é o controle da deposição legitima ou ilegítima, evitando o traslado dos resíduos perigosos a países onde os controles são muito menores. (THE ECONOMIST, 1993).

Os governos nos países desenvolvidos aumentaram o grau de exigências de suas normativas ambientais (não foi assim nos países em desenvolvimento). As novas leis

obrigam ao gerador de resíduos perigosos a fazer o depósito de maneira adequada sem agredir ao meio ambiente, fato que representa fonte de despesas. Portanto as indústrias possuem algumas alternativas de ação: plantas de tratamento (nas quais decresceria o grau de contaminação do resíduo), diminuição da quantidade do resíduo produzido (que implicaria em novas tecnologias) ou reciclagem deles. Estas alternativas podem ser aplicadas também de forma simultânea.

Das duas primeiras alternativas obtém –se também resíduos, em consequência a melhor opção seria a valorização dos resíduos através da reciclagem deles. Esta é uma das formas mais atraente de solução dos problemas da geração destas matérias tanto do ponto de vista econômico como ambiental.

A indústria da construção é uma das indústrias que consome maior quantidade de materiais, dos denominados materiais nobres ou naturais, tendendo a produzir um esgotamento destes recursos. Não é difícil perceber a magnitude do impacto ambiental sobre a natureza que essa gigantesca remoção de matéria prima acarreta além do custo energético envolvido no processo de transformação da matéria extraída. Os dois problemas apresentados, geração de resíduos e esgotamento dos recursos naturais gerados pela indústria da construção, poderiam ser reduzidos ou minimizados pelo emprego dos resíduos na melhoria dos materiais ou em novos produtos para essa indústria (METHA, 1977; MOHAN, 1979; SANCHEZ, 1986; SALAS, 1986; GUGLIANO, 1987; ISAIA, 1995, entre outros).

Existem distintos centros de pesquisa sobre utilização dos resíduos com o objetivo de melhorar os materiais existentes ou desenvolver novos materiais de construção, obtendo bons resultados em relação às resistências mecânicas, permeabilidade, isolamento acústico, térmico. Entre eles pode se citar:

- Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente (Lima-Peru)
- Universidade Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones em Materiais (México).
- CTC Centre Technique Cuir Chaussure Marroquinerie (Lyon, Francia).Central Building Research Institute, (Roorkee, India).

- Central Leather Research Institute, (Madras, India)
- Politecnico di Milano D.I.I.A.R. -Sezione Ambientale (Italia)
- IPT Instituto de Pesquisa Tecnológica (São Paulo- Brasil).

Também tem-se realizados congressos, jornadas e colóquios nos quais foram apresentados distintos trabalhos sobre a utilização dos resíduos, entre eles pode-se citar:

- The International Conference Rice by Products Utilization. Spain, 1974.
- Colloque International sur L' Utilization des sous Produits et Déchet dans le Genie Civil. France, 1978.
- Coloquio Internacional sobre la Vivienda Económica en los Países en Desarrollo, materiales, técnicas de construcción, componentes, Francia, 1983.
- Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, Porto Alegre, R S. dez. 1982.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, Mexico, 1986.
- The International Conference on Environmental Implications of Construction with Waste Materials. The Netherlands, nov. 1991.
- The International Conference on Environmental Implications of Construction Materials and Technology Developments. The Netherlands, 1994.
- Workshop sobre Reciclagem e Reutilização de Resíduos como Material de Construção Civil. São Paulo, 1996
- I Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, Canela, RS. nov. 1997
- II Simpósio de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, RS. out. 1998.

A disposição de resíduos em aterros sanitários ou céu aberto ou jogado em lagos, rios, arroios e mares fazem que aconteçam não apenas prejuízos ao equilíbrio da natureza

como também perdas econômicas pelo não aproveitamento de materiais perfeitamente possíveis de novas utilizações.

O reciclagem de resíduos acarreta uma série de benefícios sociais, econômicos e ambientais além de, diminuição do volume destes, preservação de recursos naturais, diminuição da poluição, ganhos na venda de subproduto feitos a partir do resíduo. Pesquisas mostram que os resíduos podem ser usados como agregado leve na fabricação de tijolos, blocos, com cimento entre outros materiais (METHA, 1977; OLIVERA, 1982; GIUGLIANO, 1985; GUEDERT, 1989; ORGILES, 1991; FARIAS, 1991, entre outros).

Sendo o Uruguai um país que carece de matéria prima para a construção e considerando que os setores produtivos mais importantes no país são a Pecuária e a Agricultura (Boletín Estadístico, 1994), é possível pensar na reciclagem destes resíduos para produzir ou melhorar materiais ou subprodutos da indústria da construção.

No Uruguai faltam dados precisos sobre a geração de resíduos, existem investigações parciais (Cazzadori, 1986), mas estas são insuficientes, já que é imprescindível uma vistoria global para conhecer que resíduos é possível utilizar, procurando que a reciclagem atenuo o impacto ambiental. É importante saber as quantidades geradas e sua localização, pois nos permite avaliar sua disponibilidade e possibilidades de emprego. Portanto, no presente trabalho, realiza-se uma pesquisa global que contém uma base de dados a nível nacional sobre resíduos agro-industriais e uma revisão bibliográfica sobre a utilização deles na indústria da construção, visando linhas de ação para futuros trabalhos que procurem preservar o meio ambiente, e sejam rentáveis à economia do país.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho podem ser expressos em dois itens:

1.1.1 Geral

- Detectar quais são os resíduos agro-industriais do Uruguai possíveis de serem utilizados do ponto de vista técnico e econômico na indústria da construção.

1.1.2. Específicos

- Identificar os produtos agro-industriais gerados no Uruguai.
- Selecionar, de acordo com os volumes de produção, os produtos agro-industriais gerados nos últimos anos (1984/1994).
- Localizar geograficamente onde são gerados os produtos agro-industriais uruguaios.
- Analisar os antecedentes bibliográficos de utilização dos resíduos agro-industriais, na indústria da construção.
- Calcular os resíduos produzidos no campo (gerados ao realizar a coleta dos cultivos cerealíferos).
- Calcular e localizar geograficamente os resíduos produzidos no processo de industrialização.
- Identificar os produtos prejudiciais ao meio ambiente, entre os que produzem resíduos em maior quantidade de toneladas.
- Identificar os resíduos mais adequados para utilização como agregado, aglomerante ou adição no desenvolvimento de um produto para a indústria da construção.

- Identificar o valor econômico potencial que possui o resíduo.

1.2 HIPÓTESES

- É viável a utilização dos resíduos na indústria da construção para gerar novos materiais ou na melhoria dos existentes.

- É melhor, do ponto de vista econômico e ambiental, sua utilização na indústria da construção, que a queima dos mesmos, para sua eliminação.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo I encontra-se a introdução, antecedentes, objetivos e hipóteses do trabalho.

No Capítulo II é feita uma revisão bibliográfica da utilização dos resíduos na geração dos novos materiais e/ou no melhoramento dos já existentes. Esta revisão desenvolve-se simultaneamente com o levantamento de dados. Isto realizado em forma conjunta vai focalizando a revisão a apenas dois tipos de resíduos: os produzidos pelo produto arroz e resíduos de couro curtido ao cromo.

O Capítulo III apresenta o trabalho do campo no qual é explicitado o método de coleta de dados dos produtos agro-industriais.

No Capítulo IV encontram-se apresentados os dados, quantidades de produção, localização geográfica e cálculo das quantidades de resíduos produzidos no Uruguai.

No Capítulo V realiza-se a análise dos dados obtidos, sendo selecionados com base às quantidades produzidas e potencialidade de uso dos resíduos, da agressividade destes ao meio ambiente e saúde humana, e também uma análise do ponto de vista econômico sobre o resíduo que tenha mais possibilidade de uso e de futuros trabalhos.

No Capítulo VI são apresentadas as considerações finais e conclusão e realizadas sugestões para futuras pesquisas.

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta revisão desenvolve-se simultaneamente com o levantamento de dados. Isto realizado em forma conjunta permitiu uma seleção prévia dos resíduos baseada em volumes, possibilidade de degradação rápida e agressividade ao meio ambiente, ficando a revisão bibliográfica em apenas dois resíduos: os produzidos pelo produto arroz e resíduos de couro curtido ao cromo. Não foram considerados os resíduos de serragem da madeira (que têm uma grande quantidade gerada e tem um grande potencial de uso dentro da indústria da construção) pois verificou-se que os diversos empreendimentos feitos na reciclagem deles na fabricação de produtos para essa indústria, ficou mais rentável importá-los do Brasil, que fabricá-los no Uruguai. Por esse motivo, e por ser um resíduo não perigoso, não foi estudado, possibilitando aprofundar na literatura dos outros resíduos.

Para o desenvolvimento da pesquisa quanto às quantidades de toneladas produzidas dos produtos agro-industriais, tomou-se a obtida nos anos 1984/94 uma vez que o levantamento foi realizado em 1995/96 e os últimos valores publicados foram de 1994, portanto entendendo-se que a tendência no período de 10 anos tende a seguir ou estabilizar-se.

2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRO-INDUSTRIAIS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Neste capítulo realiza-se uma revisão bibliográfica da utilização de resíduos agro-industriais na geração dos novos materiais e/ou no melhoramento destes. Esta revisão desenvolve-se simultaneamente com o levantamento de dados (apresentados no capítulo 3 e 4). Isto realizado em forma conjunta vai focalizando a revisão a apenas dois tipos de resíduos: os produzidos pelo couro curtido ao cromo e pelo produto arroz.

2.1 COURO

2.1.1 Origem dos resíduos sólidos de curtume

Segundo OLIVEIRA (1994), o processo de transformação da pele produz-se em três etapas denominadas:

a) Ribeira

Dentro da operação ribeira se desenvolvem vários processos onde prepara-se a pele para o curtimento. Aqui se produz a remoção da maioria das estruturas e substâncias não formadoras do couro (graxas, colágenos). A pele é constituída por três camadas: epiderme, derme e hipoderme. A epiderme e hipoderme são removidas nesta operação, e a derme é dividida em duas camadas, a flor¹ e a crosta ou raspa.

b) Curtimento

Na operação de curtimento transforma-se a pele em material estável e imputrescível. Os produtos empregados para esse processo podem ser de origem vegetais, minerais e outros.

c) Acabamento

Na operação de acabamento são feitos os tratamentos que dão aparência e aspecto final ao couro. Esta etapa inclui, entre outras operações, o rebaixe, pré-acabamento e acabamento.

Alguns autores afirmam que durante o processo que transforma a pele em couro, aproximadamente 40% a 50% da matéria prima transforma-se em resíduos, que em muitos casos são depositados como líquidos em efluentes ou como sólidos à beira de arroios. Os resíduos sólidos e líquidos produzidos em cada uma das etapas mencionadas podem ser classificados em:

a) não curtidos (ricos em colágeno e graxa)

Estes resíduos são os que provêm da primeira etapa do processo, ou seja, da ribeira, na forma de aparas de pele depiladas e caleadas ²ou carnaça. Geralmente os resíduos produzidos nesta operação são ricos em colágenos, graxas e óleos. Estes são muito usados na indústria farmacêutica, indústrias de fertilizante, pasta de papel, embalagem de transporte marítimo entre outros.

b) curtidos (resíduos contendo cromo)

Estes resíduos são produzidos no processo de curtimento, pré-acabamento e acabamento, obtendo-se recortes, aparas e pó. Após o curtimento os couros tem que ser submetidos à operação de rebaixe com a finalidade de igualar sua espessura em toda a extensão. O tipo de serragem e a quantidade que sai da rebaixadera dependem, entre outros fatores, do equipamento empregado. Também se produz recortes e pó ao lixar o couro para dar a terminação.

¹ A divisão é um processo que separa a pele em duas camadas: a camada superficial, denominada flor e a camada inferior denominada crosta ou raspa.

² A depilação e caleiro é um processo que tem como principal função remover os pelos e o sistema epidérmico. Este processo utiliza cal e sulfeto de sódio

Segundo CLAAS e MAIA (1994), as aparas curtidas ao cromo são as obtidas após o processo de curtimento, obtendo aproximadamente, de cada tonelada de pele salgada úmida, entre 115 e 150 kg de aparas curtidas, sendo este resíduo o mais produzido após o curtimento. Também assinala que se obtém, por cada tonelada de pele salgada úmida, 99 kg de farelo de rebaixadeira. O pó de lixadeira, que é um resíduo produzido pelas máquinas de lixar o couro, pode ser incorporado ao farelo de rebaixadeira em suas aplicações como cargas para a indústria de cimento. São produzidos 2 kg de pó por tonelada de pele salgada úmida. As aparas de couro acabado são geradas na fase final do processo. Nos curtumes este resíduo representa uma porcentagem pequena mas na indústria do calçado é muito importante pois se produz 32 kg de aparas de couro acabado por tonelada de pele salgada úmida.

b) lodos tratados

Estes resíduos provêm dos efluentes dos tratamentos de ribeira e curtimento. A quantidade de resíduos depende da pele a ser curtida e da tecnologia utilizada no processo. O produto empregado para fazer o curtimento do couro é o cromo que garante uma melhor resistência do mesmo ao suor, calor, água, luz e microorganismos. Até hoje não foi encontrado outro produto com um desempenho melhor.

Segundo a ENTRETIEN-INTERVIEW (1995), na Europa se produz 208 000 toneladas de resíduos sólidos da indústria manufatureira do couro e 500 000 toneladas de lodo são produzidas nas purificações das plantas. O problema se apresenta hoje já que os depósitos térreos estão a ponto de saturar. O projeto "Eurekas Granulates" é responsável por um convênio entre Itália e profissionais franceses. Uma das propostas deste projeto é explorar todas as possíveis destinações do resíduo. Um dos destinos é a possibilidades de desenvolver um granulado com o resíduo, para seu emprego na fabricação do tijolos, sendo portanto um subproduto que tem um valor econômico. Outro é a incineração do resíduo nas fábricas de produtos de cimento. Na queima destes resíduos liberam-se substâncias tóxicas cuja captação poderia - se realizar nas chaminé dos fornos. Finalmente, outro destino é

desenvolver estudos adequados sobre instalações e técnicas, para evitar produzir tanta quantidade de resíduo na indústria de couro.

Segundo ORGILES (1991), existe a nível mundial distintas opiniões com respeito à contaminação produzida pelos curtumes de resíduos contendo cromo. Para o controle ambiental, existem, em distintos países, leis ou normas mais ou menos rígidas. Em alguns casos obrigam às indústrias a realizar tratamentos altamente onerosos dos efluentes e dos resíduos sólidos. Portanto, algumas indústrias optam por se agrupar, realizando plantas de tratamentos de resíduos em conjunto, e outras optam por importar peles em processos mais avançados de outros países, onde as leis ou normas ambientais tem menores exigências.

2.1.2 Características físico-químicas e propriedades dos resíduos do couro

O estabelecimento de qualquer estratégia de tratamento ou gestão de resíduos passa inicialmente por uma etapa de caracterização qualitativa e quantitativa desses resíduos. A tabela 2.1 fornece dados referentes à constituição aproximada de alguns resíduos oriundos do processamento do couro. Pode-se constatar que o resíduo pó gerado na lixadeira é o que contém maior percentagem de Cromo III.

2.1.2.1 Resíduos sólidos de curtume

TABELA 2.1 Composição aproximada de alguns resíduos sólidos de curtume (Centre Technique Du Cuir, 1973. TEIXEIRA 1985 apud CLAAS 1994).

Resíduo	Umidade %	Matéria graxa %	Matéria mineral %	Proteína %	Resíduo seco %	Cromo III % (base seca)
Farelo de rebaixadeira	40	-	-	-	60	2,7
Aparas de couro semi-acabado	14	-	-	-	86	3,2
Pó de lixar	15	-	-	-	85	6

2.1.2.2 Cinza de resíduo sólido com cromo

Os resíduos sólidos de curtume são fibrosos, tendo propriedades absorventes em relação à água. Da queima feita a estes resíduos à 700 °C – leito fluidizado, obtém-se a seguinte caracterização química, conforme a tabela 2.2.

TABELA 2.2 Composição química da cinza de resíduo sólido com cromo (MASUERO, 1995).

Determinação	Teor %
Carbono	4.69
CaSO ₄	26.90
MgO	1.15
Na ₂ O	5.39
H,N,P,K	3.63
Cr ₂ O ₃	59.24

2.1.3 Aplicação na indústria da construção

Neste trabalho, o interesse se focaliza numa revisão bibliográfica sobre a utilização dos resíduos sólidos curtidos ao cromo na produção de novos materiais de construção ou no melhoramento deles.

JORDAN et alli (1980, 1981, 1982) realizaram várias pesquisas à respeito de materiais compostos de couro polímero, utilizando couro curtido ao cromo e polímeros acrílicos. Três sistemas diferentes de monômeros sobre largas faixas de composição eram polimerizados numa matriz fibrosa de couro bovino por um processo padrão de emulsão persulfato-bissulfito desenvolvido pelos autores. Os monômeros são metil-metacrilato, uma mistura de n-butyl acrilato e metil metacrilato (contendo 0,53 fração molar de n-butyl acrilato) e n-butyl acrilato. Foram analisados a cinética da deposição dos monômeros no couro, a morfologia e absorção de água dos aglomerados obtidos com estes monômeros, as propriedades mecânicas e o mecanismo de deposição dos monômeros no couro. Também foi

realizada a observação das propriedades mecânicas e morfológicas do aglomerado obtido com o auxílio da microscopia eletrônica.

ISHIHARA, NAKASHIRO e OKAMURA (1980), posteriormente, propuseram a utilização do serragem ao cromo como material composto, misturado com látex, e estudaram suas propriedades. A serragem foi usada sem nenhum tratamento prévio, semelhante à neutralização ou desfibramento. Quando eram usados como látex a borracha estireno-butadieno-carboxilado (C-SBR) ou cloreto de polivinila (PVC), o material composto obtido tinha qualidades apreciáveis e pequenas variações de volume por absorção de água e por compressão. Além disso, os materiais com C-SBR tinham alta capacidade de absorção do som, maior que as dos moldes de fibras de vidro. Os resultados indicaram que estes materiais compostos podem ser usados como isolante térmico e absorvente acústico.

OLIVERA e TOPPER (1982) apresentaram um estudo sobre o desenvolvimento de métodos e equipamento ligado ao processamento de chapas de aglomerados de fibras de couro. Também apresentaram valores relativos a ensaios mecânicos, objetivando sua utilização como revestimento. Os materiais empregados para fazer as chapas foram aparas trituradas, e a formulação química pode ter ou não pegamentos acrílicos e neutralizante. Como neutralizante se emprega o sulfato de alumínio e como resina acrílica, o Acronal em porcentagem de 0 a 5%. A conclusão foi que o aglomerado de fibra de couro mostrou-se viável, apresentando um bom acabamento superficial, estabilidade dimensional, além de adequados valores das propriedades mecânicas para a finalidade de uso como revestimento na construção civil.

Os mesmos autores também desenvolveram outra placa empregando as placas de vermiculita, aproveitando as propriedades isolantes destas, para tratar de melhorar as propriedades mecânicas e as carências que tem de acabamento superficial. Elas são recobertas com aglomerado de couro. O objetivo é um produto para isolamento acústico e térmico. É uma placa sanduíche de fibra de couro com alma formada de vermiculita, adequadas para a utilização em paredes, divisórias e forros.

SOARES et alli (1993) fizeram uma avaliação das propriedades físico mecânicas de aglomerados (compostos) de resina termo plástica e serragem de couro curtido ao cromo. O estudo aponta ao desenvolvimento de um material, sobre a forma de painéis e

placas para serem usados na construção civil, em divisórias ou na indústria mobiliária. As chapas obtidas com sobras de couro e plástico mostraram excelentes possibilidades de utilização em móveis, forros, divisórias e outras aplicações semelhantes às chapas de fibra de madeira.

SIMONCINI et alli (1983) estudaram a utilização dos resíduos sólidos curtidos para materiais compostos, aplicações como constituintes em misturas betuminosas com propriedades acústicas. A adição de fibras de couro curtido ao cromo a misturas betuminosas modificou positivamente as características reológicas da mistura base e permitiu sua aplicabilidade em condições de calor em forma de laminados isolantes acústicos. O emprego das fibras do couro curtido ao cromo como laminado assegurou um isolamento eficaz e uma ação dissipativa acústica múltipla (amortecimento, isolamento e absorção).

SIMONCINI et alli (1983) também estudaram a aplicação de resíduo curtido ao cromo como componente na mistura para elastômeros. Este estudo apresenta os efeitos da presença de fibra de couro curtido ao cromo, produzidos sobre a cinética de vulcanização e sobre as propriedades mecânicas da borracha natural. Este estudo preliminar representa uma premissa para a otimização do tempo e método de produção do produto final. Estes aglomerados podem ser utilizados na fabricação de tapetes para carros, laminados duplos para pisos e solas de calçados.

TEIXEIRA (1985) fez uma avaliação do comportamento das misturas de serragem de couro ao cromo com aglomerados (cimento e cal) e ligantes (resinas acrílicas e fenólicas). No estudo foram feitos moldes de placas, posteriormente submetidos a ensaios físicos e mecânicos. Dos ensaios realizados pode-se concluir que os produtos com serragem da rebaixadeira possuem propriedades que permitem seu uso em painéis para a construção civil.

ORGILES et alli (1991) incorporaram a pele curtida à pasta cerâmica em forma de pó, numa proporção de 1% no caso de gresificado, e 2% no caso de tijolos à vista. A mistura de pequenas porcentagens de pele curtida ao cromo deu lugar a algumas alterações nas propriedades físicas do material cerâmico, sendo o efeito mais destacável o maior

desenvolvimento da porosidade do material. As peças cerâmicas obtidas melhoraram seu isolamento térmico e cumpriram as especificações estabelecidas para materiais cerâmicos.

SPIER et alli (1994) realizaram um trabalho de investigação sobre a utilização dos resíduos para a construção de telhas. Estudaram primeiramente a influência na resistência em corpos de prova constituídos por resina e resíduos cromados, obtendo resultados que mostram que a resina não incide na resistência mecânica. Após fizeram uma telha misturando resíduos e água. A pasta é passada por um desfibrador, obtendo uma emulsão gelatinosa. Logo foi passado por um filtro, retirando o excesso de água. A seguir vai à prensa manual, e logo à prensa industrial, sendo finalmente realizada a secagem e o acabamento. Foi constatado que a telha de resíduos é 64% mais leve que a telha de barro convencional, não quebra, melhorando as condições de transporte e manuseio.

HOZAN e NAKASHIRO (1979) estudaram a possibilidade de utilização do pó da lixadeira como material de carga com resina uréia-formaldeído, para a fabricação de artefatos plásticos, e examinaram as melhores soluções. De maneira particular estudaram a proporção da mistura de pó na solução de resina, os tipos de bases usadas para a neutralização do pó, a proporção de mistura em massa do pó de couro e pó de madeira como materiais de carga e, finalmente, a temperatura de moldagem e as propriedades físicas dos moldes plásticos. A proporção apropriada da mistura de pó de lixadeira na solução de resina foi aproximadamente 20% sobre a massa de pó. Foi possível aumentar a temperatura de moldagem para 155°C e melhorar as forças de tração e flexão dos moldes pelo uso de Na_2SiO_3 e NaOH para a neutralização do pó da lixadeira, ou pelo uso da mistura de pó de lixadeira e pó de madeira (na proporção de 1:3). Portanto, considera-se possível a utilização de pó de lixadeira como carga para a resina uréia-formaldeído.

ISHIHARA, NAKASHIRO e OKAMURA (1979) realizaram estudos sobre a utilização de material composto por borrachas sintéticas e fibras de colágeno. O material composto foi preparado com borracha sintética e fibras curtas de colágeno curtido ao cromo, recobertas com pó de serragem. Estes materiais foram examinados do ponto de vista de sua condutividade térmica e acústica, absorção e liberação do vapor de água e do coeficiente de atrito. Os resultados indicam que o material no qual estão presentes

principalmente fibras curtas de colágeno pode ser utilizado em pisos e tem qualidades especiais de isolamento acústico.

KOZHEV (1984) realizou estudos com resíduos sólidos de couro curtido ao cromo misturados no cimento, no gesso, na fabricação do tijolos, em placas isolantes acústicas e térmicas com bom resultados. O resíduo sólido foi secado e transformado num pó e logo após misturado com o cimento numa proporção de 0,03 a 2,5 % de pó por massa de cimento. Os corpos-de-prova prismáticos (4x4x16cm) feitos com estes porcentagens de pó, cimento, areia e água foram submetidos à flexão, obtendo os melhores resultados nas misturas de 0,1 a 0,5% de pó no cimento. O efeito mais destacável da mistura foi sua maior plasticidade. Para as misturas de gesso, pó e água, a maior plasticidade e aumento na resistência foram obtidos para as misturas com até 0,5% de pó. Para as misturas de 0,5 a 2,5% de pó, aumentou a plasticidade e foi reduzido o tempo de pega.

GIUGLIANO e PAGGI (1985), num estudo em planta piloto em laboratório, mostraram que os lodos de curtumes podem ser usados na fabricação de tijolos até 10% do peso seco do tijolo. Os tijolos contendo lodos são altamente porosos. A resistência à compressão e a resistência à geladas são aceitáveis até 10% de lodos (são bons isolantes térmicos e acústicos). Os tijolos feitos com 15 % de lodo ficam abaixo dos níveis aceitáveis e também tem um aumento da emissão de maus odores e vapores do hidrocarbon clorinated dos lodos.

MASUERO, DAL MOLIN e VILELA (1996) apresentaram o resultado de alguns ensaios e técnicas de análise para caracterizar a cinza proveniente da queima da incineração do couro à 700°C e verificar a viabilidade técnica destas como adição ao concreto. Para a caracterização da cinza de serragem cromada realizaram análise química, perda de massa e difração de raios X. Logo realizaram ensaios de resistência à compressão em corpos-de-prova de concreto com diferentes relações a/c (0.49 e 0.59), com e sem adições de cinzas de serragem cromada (0% e 5%). Os resultados foram que não houve diferença significativa entre as médias das resistências à compressão dos corpos-de-prova com e sem adição, tanto para os concretos com relação a/c 0.49 quanto 0.59.

Baseado em todos estes estudos, pode-se estabelecer que:

- Os tijolos contendo lodos e aparas de couro podem melhorar a capacidade de

isolamento acústico e térmico

- As placas com aparas de couro curtido para paredes (divisórias, forros) e tetos podem ser isolantes acusticas.

- Os aglomerados resultantes da aplicação de resíduo curtido ao cromo como componente na mistura para elastômeros podem ser usados na fabricação de laminados duplos para pisos.

- As misturas de serragem de couro ao cromo com aglomerantes (cimento e cal) e ligantes (resinas acrílicas e fenolicas) possuem propriedades que permitem seu uso em painéis para a construção civil.

- É necessário desenvolver um estudo complementar mais aprofundado com vistas a comprovar se o manuseio e emprego deste resíduo não é prejudicial à saúde humana, tanto em seu estado natural como quando incorporado aos novos materiais de construção.

- Estudos com enfoque de propriedades mecânicas: durabilidade, viabilidade econômica, questões ambientais.

2.2 ARROZ

2.2.1 Origem dos resíduos de arroz

O processo de industrialização do arroz com casca começa com o descascamento e continua com o branqueamento, depois o arroz branco pode ser submetido a processos de polimento e glaseado. Estas são operações posteriores destinadas a melhorar a apresentação do arroz, porém, em essência, são duas as fases de industrialização, descascamento e branqueamento.

A casca de arroz é um resíduo do processo industrial do arroz, mas é um material de uso potencial, ainda pouco aproveitado na indústria da construção. Geralmente, as distintas empresas usam a casca para a produção de energia, já que tem um poder calorífico alto. Na queima da casca se produz a cinza que também é um resíduo. A queima da maioria dos resíduos de outros cultivos produz pouca quantidade de resíduos, porém no caso da

casca de arroz a quantidade é importante. O porcentagem da casca obtida pelas máquinas que fazem o descascado varia, segundo a variedade do arroz, entre 18 e 20%. A queima da casca de arroz produz entre 17,5 a 20% de cinzas (% de casca seca) (ANGLADETTE, 1966).

2.2.2 Características físico - químicas e propriedades dos resíduos de arroz

A caracterização dos resíduos auxilia na escolha do tratamento, disposição final ou aproveitamento econômico dos mesmos. As características da composição dependem da variedade do arroz; neste caso trata-se do arroz denominado tipo agulha.

2.2.2.1 Casca do arroz (C A)

A tabela 2.3 fornece dados referentes à composição química da casca do arroz em porcentagens de peso. Conforme caracterização realizada por HOUSTON (1972), pode-se constatar que esse resíduo tem predominância de celulose, fibras e secundariamente pentotano, nitrogênio livre e outros. A maioria dessas substancias encontram-se ligadas quimicamente. Devido a isto os dados de várias colunas acham-se contaminados com aportes das substancias associadas. Como resultado desse fato a soma das filas da tabela não corresponde a 100%.

TABELA 2. 3 Composição química da Casca de Arroz (CA) (HOUSTON, 1972)

	CA %
Água incorporada	2 a 11,35
proteína	1.7 a 7,26
Gordura	0.38 a 2.98
Nitrogênio livre	25 a 38.79
Fibras	31.71 a 49.92
Cinzas	11.16 a 29.04
Celulose	34.34 a 43.48
Pentotano	16.94 a 21.95
outros	21.4 a 46.97

A caracterização física da casca de arroz encontra-se na tabela 2.4.

TABELA 2.4 Características físicas da Casca de Arroz (HOUSTON e SERRANO, apud BENETTI, 1997)

³ Comprimento	5 a 10mm
⁴ Diâmetro	5 a 6 mm
⁵ Relação entre comprimento e	2,5 a 3,5
⁶ Modulo de finura	4,44
⁷ Peso específico	Casca solta 121,50 kg/m ³ Casca compactada
Umidade relativa	11,12 %
⁸ Dureza	5,5 a 6,5

2.2.2.2 Cinza de casca de arroz (CCA)

Da queima do resíduo casca obtém-se a cinza da casca do arroz. A qualidade da sílica que esta contém depende do tempo e temperatura de queima da casca. A cinza, obtida em diferentes tempos de queima e temperatura, tem cores distintas. A cinza branca (amarela clara ou rosada) é obtida na queima de casca de arroz com excesso de ar e com temperaturas altas; o motivo é a eliminação de carbono. A cinza de cor cinzenta é uma mistura em proporções variáveis de cinza branca e cinza preta. Esta é o produto da casca de arroz queimada em caldeiras convencionais. Quando a queima da casca de arroz é feita em condições controladas se obtém a cinza de cor negra I, devido à presença de carbono, até um teor do 8%. A cinza cor negra II tem origem na combustão incompleta, contendo carbono em excesso.(DIRIGENTE CONSTRUTOR, 1987)

Conforme a caracterização química (tabela 2.5) e física (tabela 2.6) realizada no laboratório por ABREU (1998); pode-se constatar que o maior constituinte químico da cinza é SiO₂, seguido pelos álcalis K₂O como principais impurezas, com 4,10%.

Fontes:

³ Houston 1972

⁴ Houston 1972

⁵ Serrano 1985

⁶ Serrano 1985

⁷ Serrano 1986

⁸ Indicador de dureza de “Mosh”

TABELA 2.5 Composição química da Cinza de Casca de Arroz (CCA) queimada à 700°C
(ABREU, 1998)

	C C A⁹
SiO ₂	90,00%
Al ₂ O ₃	-
Fe ₂ O ₃	0,84%
CaO	1,80%
MgO	0,86%
SO ₃	-
Na ₂ O	-
K ₂ O	4,10%
P ₂ O ₅	0,49%
Cl	0,15%
Cr ₂ O ₃	0,21%
MnO	1,10%
ZnO	0,076%
Rb ₂ O	0,11%
SrO	0,046%

A caracterização física da casca de arroz encontra-se na tabela 2.6

TABELA 2.6 Características físicas da Cinza de Casca de Arroz (CCA) (ABREU, 1998)

	CCA
Resíduo # 0,075 mm (%)	6,70
Resíduo # 0,045 mm (%)	9,20
Teor de carbono (%)	4,88
Peso específico (g.cm ⁻³)	2,25
Superfície específica (m ² .g ⁻¹)	25,16
Diâmetro médio part. (µm)	34,03

No difratograma de raios X, apresentado na figura 2.1, constata-se que a cinza queimada a 700°C apresenta estrutura basicamente amorfa, devido à baixa incidência de picos no difratograma.

⁹ Análise semi quantitativa por espectropia de fluorescência de raios-X realizada na Geociências.

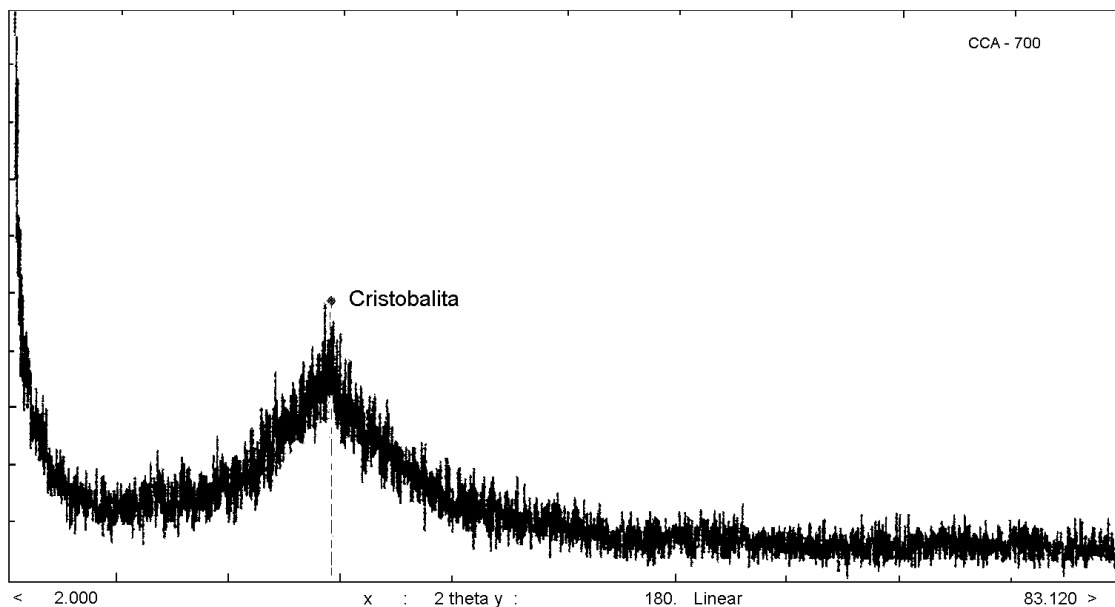


FIGURA 2.1 Difratoograma de raios X dos compostos da cinza de casca de arroz queimada à 700°C (ABREU, 1998)

2.2.3 Aplicação na indústria da construção

2.2.3.1 Casca de arroz (CA)

A equipe de investigações VMC (1985) realizou propostas a nível de protótipos construídos. Trata-se de um conjunto de elementos básicos e complementares composto de blocos e pequenos painéis, ou seja, é capaz de dar soluções completas e trabalhar com outros elementos, por exemplo, com blocos tradicionais e vigotas pré-fabricadas. São três peças concebidas para atuar com dupla função: de fechamento e de forma. A partir de um dos elementos podem-se obter peças complementares com distintos usos construtivos. Esta é uma proposta para habitações de um ou dois pavimentos, que crescem a partir de um

núcleo central. O concreto usado possuía duas dosagens, uma delas com melhor desempenho, constituída de 50% de cinza de casca de arroz, 15% de cal, 15% de cimento Portland ARI 450 e 20% de casca de arroz tratada.

Na conferência internacional sobre emprego de subprodutos de arroz (1974), foram apresentados estudos que estavam sendo desenvolvidos sobre o emprego da casca do arroz em produtos utilizáveis na indústria da construção. Uma das aplicações da casca do arroz é na fabricação de tijolos

LEMUS, LOPEZ e OLIVERA (1982) apresentaram um estudo para o desenvolvimento de materiais compostos a base de resíduos agrícolas e industriais. Esta argamassa era composta principalmente por cimento, água e casca de arroz. A casca foi tratada com diferentes produtos químicos e foi avaliado o efeito produzido na resistência à compressão. Os resultados foram favorável para os novos materiais desenvolvidos. Estes foram mais resistentes ao efeito térmico e ao ataque dos agentes químicos agressivos que os materiais convencionais. As argamassas à base de subprodutos agrícolas tiveram resistências à compressão entre 2 e 20 MPa.

SALAS e CASTRO (1985) realizaram um trabalho cujo objetivo era desenvolver um material de construção para emprego como isolante térmico, à base de cimento e casca de arroz (sem tratar e tratada com cal). Foram realizadas tentativas com distintas dosagens até uma proporção de 43,77% de cimento, 23,18% de casca e 33,04% de água, com relação a/c 0,76. Esta dosagem foi denominada “P”(padrão). A partir dela foram feitos dois grupos iguais de dosagens: um com 10% a mais e outro com 10% a menos de cimento em relação à casca (em massa), onde em um dos grupos foi empregada a casca tratada com cal. Optaram em seguir o estudo com a dosagem “P” com casca sem tratar e com a dosagem que continha 10% a menos de cimento, denominado “L”, porém com casca tratada. Logo foram feitas variações na relação a/c de 0,5 até 0,85 e, contrariando as expectativas, as resistências foram superiores nas relações maiores de a/c. A partir das dosagens mencionadas com relação a/c 0,85 foram feitos painéis de 90x60x6cm, submetidos posteriormente a ensaios de flexão e determinação da condutividade térmica. A carga de ruptura dos painéis com a dosagem “P” foi 8MPa, dos painéis com dosagem “L” 42MPa e a condutividade térmica oscilou entre 0,105 e 0,123 W/m°C, respectivamente.

BARATELLI (1986) apresenta a forma na qual é empregada a casca de arroz pela Companhia de Cimento Portland em Uruguai. Esta é empregada como combustível.

Baseado em todos estes estudos, pode-se estabelecer que:

- É possível desenvolver pequenos painéis e blocos com concreto constituído por cinza de casca de arroz, cal, cimento Portland e casca de arroz tratada.

- Aparentemente é viável, do ponto de vista estrutural, a utilização desse tipo de concretos em edificações de baixa altura.

- Os materiais desenvolvidos ou elementos desenvolvidos a base de cimento com casca de arroz são mais resistentes ao efeito térmico e à corrosão por agentes químicos que os materiais convencionais.

- Para o emprego da casca de arroz como constituinte de qualquer material é necessário o tratamento da mesma com cal para a estabilização da matéria orgânica.

- Um dos pontos críticos é a diferença química e física que possuem as distintas variedades do arroz.

- É necessário ter em conta a variação nas resistências à compressão dos concretos e argamassas feitos à base de casca de arroz, principalmente aqueles que sofreram tratamentos com cal.

- A condutividade térmica destes concretos é similar à dos concretos celulares.

2.2.3.2 Cinza de casca de arroz (CCA)

COOK, PAMA e PAUL (1977) realizaram uma investigação do uso da cinza da casca de arroz em combinação com cal e cimento para a produção de unidades de alvenaria de baixo custo. Este programa experimental consistiu em o estudo de três partes: a influência da cinza e do aluminato de sódio na pega inicial e final de cimento e cal, determinação dos dosagens mais convenientes nas misturas de cimento cal e cinza de arroz

com aluminato de sódio como aditivo e uma avaliação dos blocos de concreto realizados com as misturas determinadas na parte anterior. As primeiras misturas empregadas foram de cimento, areia e cinza e a segunda série feita com cal, cinza, areia e aluminato de sódio (água foi de acordo à norma ASTM C593 a qual especifica $70\pm 5\%$). A partir da informação obtida, foram feitas misturas de cimento, cal, cinzas, areia e aluminato de sódio. Destas últimas foram selecionadas quatro misturas com base a uma adequada resistência com um mínimo de aluminato de sódio, sendo este último um porcentagem da massa de cimento, cal e cinzas das dois primeiras misturas foi de 1,25 as outras dos de 1. As dosagens selecionadas foram (0.10+0.30+0.60): 2.75, (0.15+0.283+0.567): 2.75, (0.5+0+0.5): 2.75, (0.6+0+0.4): 2.75. A avaliação das unidades foi realizada de acordo com as normas ASTM C90-75 e ASTM C129-75. Os testes para avaliação consistiram em medir a contração, absorção, resistência a compressão.

O efeito do aluminato de sódio foi reduzir o tempo inicial e final de pega, e incrementar a resistência à compressão, particularmente nas misturas que continham cal.

A avaliação das unidades de alvenaria indicou que adições de até 60% de cinza da casca, sobre a massa de cimento, resulta em unidades que foram aceitáveis aos requerimentos de alvenaria não resistente, sendo necessário 23% de incremento de resistência à compressão para alcançar os requerimentos das unidades de alvenaria resistentes. Os resultado obtidos do teste de ciclo de molhagem e secagem (contração) mostram que tem menor contração as misturas que contem cal, mas no teste de perda de peso foram mais estáveis dimensionalmente as misturas que não continham cal.

METHA (1977) estabelece que a cinza da casca do arroz é um excelente ingrediente para fabricação de argamassas (cal com cinza de casca de arroz), e cimentos (cimento Portland com cinza de casca de arroz). A resistência à compressão das argamassas forem investigadas por procedimentos de acordo com as normas ASTM C 109. Pode-se dizer que a resistência das argamassas contendo cinzas com CaO ou cinzas com Ca(OH)_2 nas proporções 80:20, 70:30 e 75:25 são adequadas para alvenaria em geral, de acordo com as normas ASTM C91 Standard Specification for Masonry Cements, que requerem um mínimo de resistência de 3,45 MPa aos 7 dias e 6,21 MPa aos 28 dias. Existindo também uma melhor resistências nas misturas moídas que simplesmente misturadas e com menor

conteúdo de água. Determinou-se que os cimentos com adições de cinza de arroz com Cimento Portland tipo II (ASTM) nas proporções de cinza/portland 30:70, 50:50, 70:30 são mais resistentes à compressão que o cimento Portland de controle. Os cimentos que tem 30% de cinza são 40% mais resistentes aos 3, 7, 28 dias, e ainda 30% mais aos 90 dias comparados ao cimento Portland de controle. Os cimentos que tem 70% de cinza possuem comportamento similar ao Cimento Portland. Os dados de resistência à compressão foram obtidos através de procedimentos de ensaios da norma ASTM C 109. Comprovou-se, ainda, que os cimentos Portland com cinza tem maior durabilidade ao efeito dos ácidos ambientais que os sem adições. Foram feitos cilindros de concreto com cimento Portland tipo II sem adições e com adições de 35% de cinza em relação a massa de cimento, ambos com relação a/c de 0,4. Foram submergidos em uma substância de 5% de HCl ou H₂SO₄. Os cilindros sem e com adições de cinza registraram uma perda de 35 e 8 % de seu peso, respectivamente. Na substancia de 5% de H₂SO₄ registraram 27 e 13% de perda de peso nos concretos sem e com adições de cinza, respectivamente. Similarmente, foram moldados cilindros de argamassas de cimentos com cinza e cal e estocados dentro de uma substância de 1% de ácido acético, mantendo-se em excelentes condições por quatro anos, sendo que os cilindros das argamassas sem adições mostraram perda de peso e dureza em um ano. Portanto, os cimentos com cinza de casca de arroz são mais resistentes aos ataques de ácidos ambientais, tendo amplo campo de aplicação nas indústrias alimentícias e químicas.

SALAS et alli (1986) empregaram um forno piloto de 400 litros de capacidade, no qual realizaram a combustão controlada de 40kg de casca de arroz. Com este procedimento, obtiveram uma cinza, sobre cujas propriedades físicas e químicas se centra o trabalho para seu emprego como adição. Mediante misturas de cinza com distintas proporções de cal a cimento Portland, obtiveram aglomerantes cujas propriedades foram avaliadas tanto na produção de argamassas como de concretos. O objetivo último do trabalho foi mostrar a aplicabilidade da cinza da casca de arroz como adição, sem esquecer suas excelentes qualidades como combustível. Dos ensaios mecânicos sobre argamassas, até 120 dias, resultou que as resistências obtidas a partir do cimento com cinza foram superiores às obtidas de cinza com cal de 59 a 7,23 MPa respectivamente. Cabe salientar que foi absolutamente imprescindível moer os aglomerantes até conseguir uma finura adequada (4.500 cm²/g Blaine) para ter melhores resultados. Por último se assinala que os

aglomerantes com as proporções 67% de cimento Portland Ari com 33 % de cinza e 50 de Portland Ari +50 de cinza apresentaram valores à flexotração de 8.97 e 6.72 MPa e à compressão de 55.98 e 43.11 MPa, respectivamente, aos 120 dias, sendo estes valores considerados suficientes para serem utilizáveis nas realizações de vivenda.

GUEDERT, DAMO e PRUDENCIO Junior (1989) apresentaram uma síntese sobre as propriedades da cinza de casca de arroz e da potencialidade de sua utilização como material pozolânico. Foram estudados os efeitos da adição da cinza, em diversos teores e graus de moagem, na resistência à compressão de corpos-de-prova de argamassas de cimento Portland com cinza e também no caso de argamassas de cinza e cal em distintas proporções. Foram feitas provas com cinza moídas num moinho de bolas experimental durante 2 e 8 horas. Estas cinzas foram misturadas com cimento comum e areia na relação a/c de 0,40; com cimento ARI, também só com cal na relação de a/c de 0.55; e por último com cimento e cal na relação a/c de 0,55. Ao moer as cinzas estas aumentam seu área específica, propiciando maiores resistências nos aglomerantes cal/cinza e cimento/cal/cinza. Para o cimento comum as melhores misturas foram com 20% de CCA8 (20% de cinza de casca do arroz moída durante oito horas) e com 10% de CCA2 (10% de cinza de casca do arroz moída durante duas horas) com valores de resistência de 50 MPa. É feita uma comparação entre o cimento comum e o cimento parcialmente substituído pela cinza de casca de arroz, resultando equivalentes os resultados do cimento comum com os obtidos para misturas de 35% de CCA8 (35% de cinza de casca de arroz moída por oito horas) e para misturas de 25% para CCA2 (25% de cinza de casca de arroz moída por duas horas). Para as misturas de cal/cinza, a maior resistência à compressão foi com 60% de cinza e 40% de cal, tanto para CCA2 como CCA8 com valores de resistência de 9 e 10 MPa. Finalmente, para as misturas feitas de cimento/cal/cinza, os melhores resultados foram para as cinzas moídas duas horas (CCA2) na proporção de 45% de cimento, 20% de cal e 35% de cinza, e no caso das cinzas moídas durante oito horas (CCA8) para misturas constituídas de 40 % de cimento, 20% de cal e 40% de cinza com valores de resistência de 16 e 22 MPa respectivamente. Concluíram que as proporções diferenciadas de cimento, cinza e cal formam aglomerantes com resistências à compressão apropriadas para serem empregadas em alvenaria, pavimentos e revestimentos.

COOK e SUWANVITAYA (1983) apresentaram um estudo da utilização da cinza casca de arroz como material pozolânico. Foram examinados os comportamentos das misturas da cal e cinza em termos de resistência, contração, durabilidade e microestrutura. Utilizaram quatro tipos de misturas de cal e cinza, com dosagens 1:4, 1:1.5, 1:0.67, 1:0.25, cujas resistências à compressão aos 28 dias foram 6.5, 8, 6, 4 MPa, respectivamente. As maiores resistências foram obtidas com baixas misturas de cal, sendo que a lixiviação da cal poderia debilitar seriamente a durabilidade e as resistências a longo prazo destas misturas. De acordo com estas considerações, foi estabelecido que a ótima proporção da mistura de cal e cinza é 1:1.

ARJAN (1983) realizou um estudo sobre o comportamento pozolânico da cinza da casca de arroz. O comportamento pozolânico pode ser iniciado a temperaturas de 400°C. A reatividade da cal foi estudada como um índice de pozolanidade e utilizada para estudar a cinza da casca de arroz queimada entre as temperaturas de 500 e 1100°C. A queima da casca de arroz feita entre 500 e 700°C mostrou uma cinza com pequenas quantidades de quartzo, sendo a maioria da cinza amorfa. Ao incrementar a temperatura de queima acima de 900°C, resultou predominantemente sílica cristalina como cristobalita. Três distintas tendências foram observadas nestes estudos. Entre 500 e 700°C, a reatividade da cal com a cinza foi máxima e pouco afetado pelos altos períodos de retenção de temperaturas. Entre temperaturas de 800 e 1000°C, o valor da reatividade com a cal foi menor, apresentando sensibilidade ao tempo de queima e à disponibilidade de oxigênio no processo de combustão. A 1100°C, as propriedades foram perdidas.

SUGITA, SHOYA e TOKUDA (1992) estudaram as transformações nas propriedades físicas e químicas da cinza de casca de arroz, resultante da queima em distintas temperaturas, variando de 400 a 800°C com incrementos de 50°C. A CCA não cristalina, queimada abaixo de 600°C, pode não ser determinada pela difração de raios X, porém pode ser expressa pelo método Luxan's que determina a variação da condutividade elétrica, numa solução saturada de hidróxido de cálcio contendo cinza. Também foram determinadas, nas argamassas contendo CCA, a resistência à compressão, e a resistência ao ataque dos ácidos, ao frio e à carbonatação. A resistência da argamassa com CCA, em relação à argamassa comum, corresponde a uma variação da condutividade elétrica. A cinza em argamassa aumenta a resistência ao ataque dos ácidos e desenvolve resistência à

ação do gelo e degelo.

METHA (1972) apresentou um estudo que contém uma revisão das propriedades físicas, químicas e os efeitos da combustão da casca de arroz sobre as propriedades pozzolônicas da cinza. Assinala que limitando o tempo e temperatura da combustão é possível manter a sílica numa forma celular amorfa. O recomendado pelo autor é uma substituição entre 10 a 20 % de cimento pela cinza.

MOHANTY (1974) fez um conjunto de testes com amostras de diferentes fornadas e com análises químicas de reação com a cal, mostrando que a cinza pode ser um dos melhores materiais pozzolônicos.

Na conferência internacional sobre emprego de subprodutos de arroz (1974), foram apresentados estudos que estavam sendo desenvolvidos sobre o emprego da cinza da casca do arroz em produtos utilizáveis na indústria da construção. O cimento hidráulico feito com cinza tem a característica de ter cor preta. Isto é empregado no mercado de arquitetura de concreto, tendo excelente resistência aos ácidos ambientais e láctico. A cinza preta ou carvão da casca de arroz pode ser empregada também como reforço nas borrachas negras (como anti desliz), e plásticos. Um dos pontos críticos foram as diferenças químicas e físicas que tem as distintas variedades do arroz. A elasticidade e a dureza são características necessárias que dependem da composição da casca do arroz.

Na maioria dos trabalhos se estabeleceram a necessidade de aprofundamento sobre estas temáticas.

SALAS, GOMEZ e VERAS (1986) buscaram estabelecer a influência de cinco tipos de cura sobre as resistências à compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto em que foram utilizadas três variações nas dosagens de cimento e cinza de casca de arroz (100:0%), (67:33%), (50:50%). Procuraram conseguir a relação ótima de água/aglomerante para obter maior resistência à compressão dos concretos. Como esperado, as curas em ambientes com alta umidade relativa foram melhores. Ou seja, as resistências obtidas aos 90 dias no cura “caribe” ($30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $80\% \pm 3\% \text{HR}$) das dosagens de (100:0%), (67:33%) e (50:50%), com $a/c = 0.71$, foram 25, 20 e 15MPa, respectivamente. Estes resultados foram superiores aos restantes tipos de curas -“ambiente exterior protegido”, “ambiente interior” “acelerado” e “normalizado”- aplicados às provetas feitas com os mesmos dosagens, por

exemplo para o dosagem de 67:33% as resistências destes tipos de cura foram 12, 6, 14, 16 MPa respectivamente. Confirmaram que a cura é um dos fatores decisivos nas resistências à compressão.

METHA (1976) apresentou um estudo no qual mostra que por um processo especial de combustão da casca de arroz gera-se cinza com sílica reativa. Esta é empregada na fabricação do cimento resistente aos ácidos. Neste trabalho, descreve as propriedades da cinza obtida na queima em forno especialmente desenhado para não produzir poluição ao meio ambiente, tratando que exista um inter-relacionamento entre materiais, energia e meio ambiente.

FARIAS, GREVEN e RECENA (1991) estudaram os procedimentos realizados na pesquisa de desenvolvimento de um cimento, para emprego em alvenaria de baixo custo de produção. Empregaram como componente básico a cinza da casca de arroz. As conclusões são que a CCA, queimada em fornos rudimentares e de baixo custo, pode ser utilizada na fabricação de cimento de CCA, desde que o conteúdo de carbono seja <8%. A proporção 2:21,78:76,22 (CPC; Cal; CCA) foi adequada para uso em alvenaria; o cimento de CCA satisfaz as normas para cal e para cimento de alvenaria.

ISAIA (1995) apresentou um estudo onde avalia o desempenho de misturas de cinza volante com cinza de casca de arroz e microssílica, com teores entre 10% e 50%. Com o fim de verificar suas influencias sobre a durabilidade do concreto de elevado desempenho. Portanto pesquisou parâmetros ligados à durabilidade como módulo de elasticidade, calor de hidratação e retração (fatores de desempenho dimensional); coeficiente de absorção de água e penetração de cloretos, ASTM C1202 (fatores de desempenho a porosidade); relação iônica Cl^- / OH^- (fator de desempenho a corrosão). O fator de desempenho global representou a média aritmética dos três fatores anteriores. A análise e interpretação dos resultados permitem concluir que dentre os estudados, o que apresentou melhor fator de desempenho nas variáveis concernentes à durabilidade em igualdade de resistência foram às que contiveram cinza volante, em misturas ternárias com cinza de casca de arroz na proporção (20+30)%.

SILVEIRA, FERREIRA e DAL MOLIN (1996) apresentaram um trabalho cujo objetivo foi avaliar a influencia da temperatura de queima (nas temperaturas de 700 e

1100°C) e tempo de moagem da cinza da casca de arroz (1,5 a 3 hrs) em alguns parâmetros diretamente relacionados com a atividade pozolânica, tais como morfologia da sílica, superfície específica e diâmetro médio. A superfície específica decresceu com o aumento de temperatura (7,5 a nd), sendo que para a mesma temperatura de queima cresceu com o aumento do tempo de moagem (29,1 a 41,5m²/g). Com relação ao diâmetro médio observa-se que houve um aumento com maior temperatura de queima (17,18 a 21,79) e para uma mesma temperatura decresceu com o aumento do tempo de moagem (21,79 a 20,93). A cinza a temperatura de queima de 700°C apresentou estrutura basicamente amorfa, e enquanto ao índice de atividade pozolânica com cimento Portland, indicam um aumento no índice de atividade pozolânica com a diminuição da temperatura de queima e o aumento do tempo de moagem da cinza da casca de arroz. A resistência à compressão do corpo-de-prova padrão foi 38 MPa enquanto para os corpos feitos com cinzas com temperatura de queima 700 e 1100°C com 3 e 1,5 horas de moagem foi 34 e 24 MPa e 28 e 18 MPa respectivamente.

ABREU (1998) apresenta um estudo onde compara o efeito de diferentes tipos de adição e cimentos na resistividade elétrica aparente de concretos convencionais. São pesquisados concretos com adição de sílica ativa e cinzas de casca de arroz (0,6 e 12 %) e concretos com cimento CPV-ARI e cimento CPIV-32 e relação água aglomerante a 0,5 0,65 e 0,8. Os valores de resistividade elétrica foram obtidos pelo método de Wenner (Método dos 4 eletrodos), para três situações distintas de exposição do concreto (câmara úmida, câmara climatizada e submerso). Paralelamente foram realizados ensaios de resistência a compressão axial, índice de vazios, grau de saturação dos poros e perda de massa pela evaporação da água. Alguns dos resultados obtidos (valores médios) conforme a seguir:

	CP com adição 12% CCA a/c 0,5 91 dias	CP de referencia a/c 0,5 91 dias
Resistividade elétrica submerso	18000 ohm.cm	10000 ohm.cm
Resist. à compressão axial	49 MPa	52,6 MPa
índice de vazios	11,91%	11,93%
Grau de saturação	0,75	0,78

É de considerar importante as diferenças apresentadas nos valores de resistividade, sendo pouco relevante as diferença de valores nos outros fatores estudados.

Dos resultados que obtivera concluiu que o uso das cinza de casca de arroz como adição no concreto é favorável para a resistividade elétrica, principalmente quando este encontra-se submerso e em idades avançadas, da mesma forma a adição desta pozolana é benéfica para melhoria de propriedades de permeabilidade. Os concretos com maior relação água/aglomerante ou a/c tem maior resistividade em ambientes não saturados, enquanto que quando submersos, tem menores valores de resistividade.

Baseado em todos estes estudos, pode-se estabelecer que:

- A qualidade da cinza depende do tempo e temperatura de queima da casca de arroz.
- A queima da casca de arroz nas temperaturas entre 500 e 700°C produz cinza com um alto conteúdo de sílica não cristalina, com características pozolânicas altamente reativa com cal e cimento.
- As argamassas contendo cinzas com cal ou cinzas com cimento aumentam as resistências mecânicas.
- A moagem da cinza melhora os efeitos na resistência à compressão de argamassas de cimento Portland com cinza e argamassas de cinza e cal.
- A cinza em argamassas e concretos aumenta a resistência ao ataque dos ácidos e tem maior durabilidade.
- A cura é um dos fatores decisivos nas resistências à compressão dos

concretos feitos a base de cinza de casca de arroz.

- É consenso que o teor de carbono em CCA não deve superar 8%

TRABALHO DE CAMPO

A identificação dos produtos agro-indústriais e resíduos gerados no Uruguai foi realizada através de levantamentos junto a instituições estatais, mistas e empresas particulares, entre as quais:

- A) instituições estatais** Banco Central;
Ministério de Pecuária Agricultura e Pesca (**MGAYP**)
e suas dependências: DIEA¹ e Florestação
Câmara de Indústria ;
- B) instituições mistas** (financiadas por empresas e pelo estado)
Laboratório Tecnológico do Uruguai (**LATU**)
Centro de Produtividade e Tecnologia(**CPyT**)
Instituto Nacional de Carnes (**INAC**)
- C) empresas particulares ou suas comissões**
encarregadas de levar dados da produção

A figura 3.1 apresenta, de forma esquemática, as instituições nas quais foram coletados os dados.

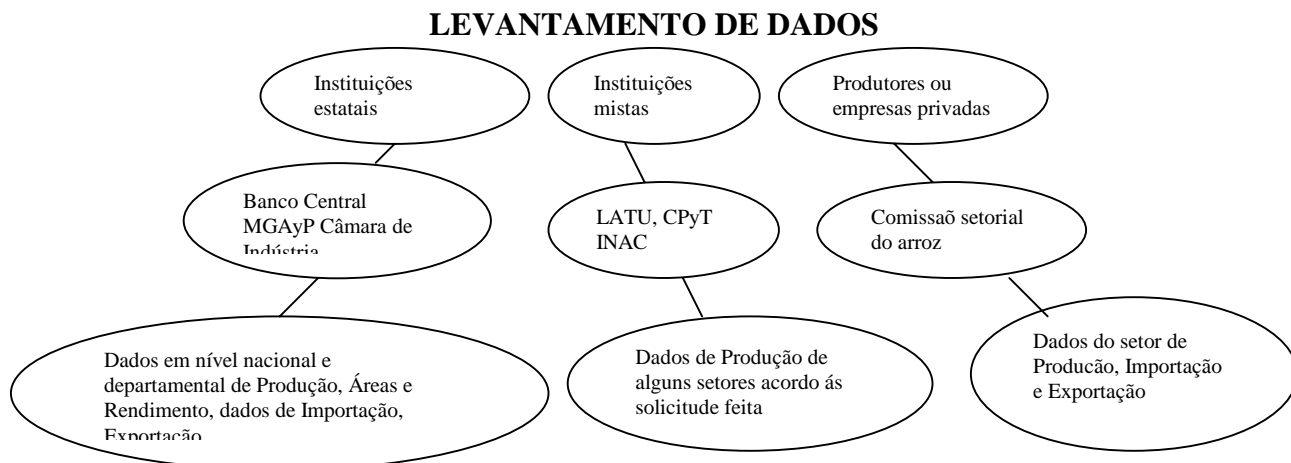


FIGURA 3.1 Instituições nas quais foram coletados os dados

¹ Direção de Censos e Questionários, Divisões Operações do Campo.

3.1 MÉTODO DE COLETA DE DADOS

O método geral de coleta de dados é um levantamento das publicações de dados do censo realizadas pelas instituições do estado e também das publicações de instituições mistas e privadas (fig. 3.1). Existem situações nas quais teve -se que utilizar dados de distintas fontes, admitindo - se diferenças de até 7% nos dados de uma fonte para outra.

3.1.1 Instituições investigadas

3.1.1.1 Instituições estatais

Nestas pode - se obter dados:

De produção global, a nível nacional ou a nível departamental.

De exportação e importação, a nível nacional

A instituição na qual se levantam dados da produção a nível nacional é o MGAYP. Este é um organismo dependente do estado que se encarrega dos censos, através de sua dependência DIEA. Os censos podem ser de cobertura total ou censos por amostras, de dados agropecuários de produção, áreas, rendimento, etc. Por lei, está estabelecido que o DIEA, tem como função a "recopilação e publicação de estatísticas agropecuárias". Esta recopilação de dados deve ser feita conforme determinados critérios: nos anos terminados em zero, coincidindo com o Censo Mundial da FAO, os Censos Gerais Agropecuários são de cobertura total, incluindo dados de produção agropecuária levantados em estabelecimentos de até um hectare. Desta maneira, são obtidos os dados mais precisos, de dez em dez anos. Nos anos terminados em cinco se utiliza o Método de Censo por Amostras. Assim, neste trabalho foram utilizados dados obtidos por censos de cobertura total e dados levantados por censos por amostra.

3.1.1.2 Instituições mistas

São instituições financiadas pelo estado e pelas empresas privadas, porém não abarcam todos os setores, já que as investigações ou levantamentos de dados estão dirigidos

por uma solicitação determinada de algum setor industrial ou alguma solicitação estatal.

3.1.1.3 Produtores ou empresas privadas

Alguns ramos da produção estão mais organizados e tem formadas comissões ou associações que possuem registros de dados da produção total, das importações e das exportações, das empresas e produtores que pertencem a esse setor.

3.1.2 Produtos agro - industriais

A pesquisa começa a partir de um levantamento de informações e de dados que permitem o direcionamento do trabalho posterior. Para provar a hipótese de que Uruguai é um país cuja principal economia é agro-industrial, foram obtidos dados no Banco Central. Esta instituição publica o Boletim Estatístico, de responsabilidade das áreas de estatísticas econômicas, de política monetária e de programação macroeconômica. Nesta publicação constam dados gerais da produção. Estão indicados todos os produtos que são base da economia do país, os produtos exportados em milhares de dólares e a produção de cultivos em toneladas. Os produtos exportados, mais importantes em milhares de dólares, são: lã, carne e cereais. Isto confirma que o Uruguai é um país agro-industrial.

Também na publicação mencionada se encontram as produções dos últimos anos. Esses dados que ali se encontram foram fornecidos pelo Ministério de Pecuária e Pesca (MGAYP). Os dados obtidos nas publicações de MGAYP e Banco Central permitem definir quais são os produtos agro-industriais mais importantes nos últimos dez anos, que podem ser classificados em quatro grupos, conforme segue:

CULTIVOS AGRÍCOLAS arroz, trigo, aveia, milho, linho, girassol, beterraba,
soja, sorgo, cevada, cervejeira e cana de açúcar.

PECUÁRIA carnes e derivados, couros, lã, leite e derivados
(derivados rapidamente degradáveis não foram considerados)

FLORESTAÇÃO madeira, madeira- papel.

FRUTICULTURA –HORTICULTURA

Alguns setores produtivos geram **resíduos de campo** produzidos na colheita dos produtos e **resíduos industriais**, produzidos nos processos de elaboração destes produtos.

3.1.3 Seleção prévia dos produtos agro-industriais

Foi realizada uma seleção prévia baseada em volumes, possibilidade de degradação rápida e agressividade ao meio ambiente.

Com relação aos CULTIVOS AGRÍCOLAS, estes são muitos, mas de acordo com os dados existentes nas publicações do Boletim Estatístico (1994), foram escolhidos os cultivos cuja produção, em volume, teve maior quantidade a partir do ano 1980 até 1993/94 (último ano de publicação do Boletim Estatístico que tem dados globais de produção). Foi realizada uma retrospectiva desses cultivos entre os anos 1980 e 1993, procurando observar se o cultivo estudado vem aumentando ou diminuindo sua produção, definindo a evolução destes produtos.

Para isto foram utilizados os censos realizados pelo DIEA no ano 1980 e 1990 e no ano 1993/94, onde se tem dados que podem contribuir para a seleção dos cereais por quantidades.

Com relação a PECUÁRIA, são vários os resíduos produzidos.

Na carne e derivados, o processamento recebido deixa resíduos, porém estes são utilizados em outras áreas ou são rapidamente degradados, não sendo considerados para o tema deste trabalho.

No processamento do leite os resíduos produzidos também não tem utilização, somente a caseína produzida pelo leite pode ser utilizada para a produção de adesivos aplicáveis; porém na indústria da construção não são utilizados por não serem economicamente viáveis.

Os resíduos de lã vem sendo utilizados em outras áreas.

Os resíduos gerados durante o processamento dos couros, que produz uma série de resíduos agressivos ao meio ambiente, devido ao material utilizado em seu processo de curtimento, serão considerados como possíveis produtos para serem utilizados na indústria da construção.

Da FLORESTAÇÃO considera-se os resíduos produzidos ao serrar a madeira, que deixa uma importante porcentagem de resíduo da ordem de 50%. Não existem muitas outras elaborações que possam conter quantidade considerável de resíduos, pois as fábricas, devido a vários motivos, importam produtos derivados da madeira terminados. Os resíduos da madeira serão também estudados como produtos para serem utilizados na indústria da construção.

Os resíduos da FRUTICULTURA E HORTICULTURA possuem uma degradação rápida e não serão abordados como possíveis produtos de utilização na indústria da construção.

A partir do exposto, realizou-se o levantamento da produção e cálculo dos resíduos somente para CEREAIS, COUROS, e FLORESTAÇÃO.

3.2 MÉTODO DE PROCESSAMENTO DOS DADOS OBTIDOS NO TRABALHO DO CAMPO

3.2.1 Aspectos gerais

A apresentação de dados é feita diferenciando os três grandes setores selecionados, isto é, cereais, couros e florestação.

De forma geral, divide-se a investigação, para cada produto, no cálculo de produção e localização geográfica e no cálculo de resíduos e sua localização geográfica.

A quantidade de informações disponíveis para o levantamento era variável, em algumas situações houve dificuldade na obtenção de maiores subsídios, o que está vinculado diretamente a menor importância na produção.

3.2.1.1 Cereais

Numa primeira seleção, estão apresentados os dados dos cereais que tem maior produção, em toneladas, nos últimos anos. A tabela 3.1 foi ordenada em forma decrescente, com base no último ano do qual se tem dados. Nesta tabela pode-se observar que de todos os cereais, o que tem a maior produção é o arroz, que tem também um crescimento de 190 % nos últimos 14 anos. A produção de trigo tem uma redução ao longo do tempo. A cevada cervejeira tem um aumento de 330% e o milho se mantém em sua quantidade de produção. A cana de açúcar e a beterraba açucarera foram, em quantidades de produção, muito importantes nos anos anteriores, mas nos últimos quatro anos (1990/94) não estão sendo produzidos, sendo eliminados devido a importações.

TABELA 3.1 Produção de cereais nos últimos anos. (Boletim BCU 1980-1990)

Cereais	Ano1993/94 (tons)	Ano 1990 (tons)	Ano 1980 (tons)
Arroz	689 317	300 493	237 295
Trigo	340 900	576 798	435 281
Cevada Cervejeira	306 900	169 914	71 180
Milho	128 300	90 507	125 824
Cana de açúcar	-----	521 612	370 764
Beterraba açucarera	-----	155 544	387 637

Portanto, foram selecionados quatro tipos de cultivos cerealíferos: arroz, trigo, milho e cevada cervejeira. Estes serão analisados mais profundamente em sua quantidade de produção, localização e cálculo de resíduos.

Neste trabalho os quatro produtos tem uma estrutura de apresentação idêntica, que contem um conjunto de etapas, descritos a seguir:

3.2.1.1.1 Dados de produção e localização geográfica

ETAPA 1 Com o objetivo de obter as tendências de acréscimo e decréscimo dos cultivos no tempo, obtiveram-se (MGAYP) estatísticas retrospectivas dos cultivos, que

constam das toneladas de produção, quantidades de hectares de área semeada e do rendimento destas, para o último decênio 1982/83-1992/93

Portanto, foram adotadas estas e foi feito um valor médio de cinco anos (1983-88) e outro valor médio dos cinco anos seguintes (1988-93). Estes valores médios foram comparados e determinadas suas porcentagens de acréscimos ou decréscimos.

ETAPA 2 Realizou-se um gráfico das três variáveis estudadas: produção, áreas e rendimento.

ETAPA 3 Continuou-se a pesquisa, obtendo as quantidades de produção dos cereais por departamento, com a finalidade de obter as toneladas geradas dos resíduos de campo, da indústria, e a localização destes. Utilizou-se para tal dados das colheitas do censo geral agropecuário de 1990, e para verificar se a tendência do cultivo mantinha-se nesses departamentos, compararam-se com os dados da colheita do ano 1980, extraídos do censo agropecuário de 1980. Os dados obtidos foram ordenados em tabelas de forma decrescente de produção (em toneladas), por departamento, com suas áreas semeadas, seus rendimentos, e também das porcentagens que estes representam a nível nacional. Estes são os únicos dados disponíveis nas instituições (administrados pelo MGAP), para poder determinar a localização das produções no país, por departamento.

Na situação do cultivo do arroz foi possível estabelecer uma tendência da produção por departamentos, já que se obtém mais dados.

3.2.1.1.2 Cálculo de resíduos e localização geográfica

ETAPA 4 Para o cálculo dos *resíduos de campo*, utilizaram-se porcentagens e coeficientes obtidos de distintos autores ou empresas. Para o arroz, utilizou-se 61.3% da produção (DEAMBROSSI, 1992), para trigo e milho, utilizaram-se os coeficientes de Kossila - 1 e 2, respectivamente, da produção (SUNDSTOL, 1988) e por último, para a cevada cervejeira, utilizou-se o coeficiente 1,2, dado obtido das empresas entrevistadas.

ETAPA 5 No cálculo da quantidade de *resíduos industriais*, levou-se em conta as quantidades de toneladas exportadas, do produto cultivado e de que forma este é exportado,

com ou sem processos industriais. Portanto, com estas diferenças, pode-se calcular a quantidade do produto a ser processado, e a quantidade de resíduo gerado. Para tal utilizaram-se dados de tabelas ou dados obtidos das próprias empresas produtoras.

Os dados de exportação e importação obtidos das empresas ou comissões são geralmente de um só ano. Os cálculos dos resíduos são feitos com base nas diferenças (importação/exportação) acima mencionadas, portanto os resultados obtidos de resíduos, em quantidades de toneladas, são resultados relativos, já que são dados de um só ano.

ETAPA 6 É necessário levar em conta os lugares onde o produto é processado (armazenagem nos silos, secagem e distintos processos de industrialização), pois nestes se encontra o resíduo, na maioria dos casos. Esta informação é importante para permitir avaliar a necessidade ou não de transporte dos resíduos até o local de sua possível utilização. A localização dos silos, indústrias processadoras do produto e utilização dos resíduos foram fornecidos pelas empresas ou comissões.

3.2.1.2 Couros

3.2.1.2.1 Dados de abate do gado

ETAPA 1 Com a finalidade de obter as tendências de acréscimo e decréscimo da produção de peles no tempo, obtiveram-se estatísticas retrospectivas em diversas instituições públicas e mistas (INAC, DICOSE, LATU). Elas constam de abate de cabeças de gado, para os últimos dez anos 1984/ 1993.

Portanto, foi feito um valor médio de cinco anos (1983-88) e outro valor médio dos cinco anos seguintes (1988-93). Estes valores médios foram comparados e determinadas suas porcentagens de acréscimos ou decréscimos.

ETAPA 2 Realiza-se um gráfico em relação aos anos e abate de gado.

3.2.1.2.2 Cálculo de resíduos produzidos no processo do curtimento do couro e localização geográfica

ETAPA 3 Com o objetivo de obter a quantidade de resíduos, é necessário saber a quantidade de toneladas de peles, bem como é necessário saber a quantidade que se exporta e em que condições, com ou sem processo de curtimento.

Portanto, com estas diferenças, pode-se obter as quantidades de peles existentes no Uruguai, que ao serem processadas geram resíduo. Para tal, utilizaram-se tabelas ou dados de exportação e importação obtidos dos institutos públicos e mistos. Estes dados são geralmente de um só ano. Os cálculos dos resíduos foram feitos com base nas diferenças (importação/exportação) acima mencionadas. Somado a isto, importam-se couros para seu curtimento, levando uma denominação de importação por admissão temporária (esta denominação significa que as quantidades de couro que se importam para realizar processamento, tem que ser logo exportadas), que também se tem em conta para o cálculo dos resíduos. Portanto, os resultados obtidos de resíduos, em quantidades de toneladas, são resultados relativos, já que são dados de um só ano.

Levantou-se dados de distintos centros de informação; como estes se diferenciaram entre si de forma considerável, optou-se por tomar os dados obtidos no LATU, que situaram-se nos valores médios das outras instituições.

Para o cálculo das quantidades de toneladas de resíduo que são produzidos no processo de curtimento, seguiu-se a classificação feita por SPRINGER (1986). Segundo este, os resíduos produzidos nos distintos processos de curtimento de 1000 kg de pele salgada úmida, com um peso médio de 28 kg por pele, podem ser visualizados na tabela 3.2.

TABELA 3.2 Quantidade de resíduos sólidos produzidos nos distintos processos de curtimento, por cada 1000kg de pele

1000 kg de Pele salgada úmida	Resíduo	kg
	serragem	99
	retalho	115
	pó	2
	aparas	32

ETAPA 4 Faz-se necessário indicar os departamentos onde o produto passa por uma série de processos de industrialização, pois nestes locais se encontra o resíduo, na maioria dos casos. Esta informação é importante para permitir avaliar a necessidade ou não de transporte dos resíduos até o local de sua possível utilização. A localização dos silos, indústrias processadoras do produto e utilização dos resíduos foram fornecidos pelas empresas ou comissões.

3.2.1.3 Florestação

3.2.1.3.1 Cálculo de produção e localização geográfica

ETAPA 1 Obtiveram-se dados dos censos de florestação dos últimos dez anos, onde consta o tipo de árvore que se vem empregando nesta (eucalíptos e pinos). Também selecionaram-se dados de extração de madeira roliça, em toneladas, dos últimos dez anos. A madeira roliça extraída é destinada a vários itens para os quais é empregada, como serragem, combustíveis e outros.

Com o fim de obter as tendências de acréscimo e decréscimo das extrações da madeira e dos distintos destinos outorgados a estas no tempo, obtiveram-se (no MGAYP) estatísticas retrospectivas. Elas constam das toneladas de extração e as toneladas subdivididas nas distintas utilizações, para o último decênio 1982/83-1992/93. Estes dados foram analisados da seguinte maneira: tomou-se os anos 1983/1987 e 1988/1992, e calculou-se um valor médio para o total e para cada uma das utilizações. A seguir foram

determinadas suas porcentagens de acréscimos ou decréscimos sobre os valores médios da extração total e suas utilizações, nos últimos dez anos.

ETAPA 2 Calculou-se valores médios das porcentagens empregadas nos distintos itens do total extraído nos anos 1983/1987 e 1988/1992 e realizou-se uma comparação destes.

ETAPA 3 Localização da produção

3.2.1.3.2 Cálculo dos resíduos de serraria e localização geográfica

ETAPA 4 Segundo a publicação “Uruguai Projeto Regional de Alternativas pela Inversão Florestal”, onde se obteve dados da FAO, o resíduo serragem é produzido ao serrar a madeira e a quantidade de resíduo é 50% das toneladas serradas.

Para o cálculo de resíduos foi calculado um valor médio das toneladas que se processam anualmente. Também se obtiveram as quantidades de serraderos e as quantidades de toneladas que estes processam por mês e por ano, em cada departamento.

ETAPA 5 Realizou-se a localização geográfica de serrarias.

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

4.1 CEREAIS

4.1.1 Arroz

O arroz é o cultivo agrícola de maior produção atual no país. O tipo de variedade cultivada é o agulha, e sua forma de produção é irrigado. A água para a irrigação obtém-se por bombeamento, ou gravidade, extraída de represas dos rios, arroios ou lagunas.

O cultivo se faz durante três anos consecutivos, numa mesma área retornando aos oito anos. A colheita é realizado de forma mecânica.

O traslado do arroz com casca do campo ao moinho, é geralmente realizado em caminhões ou trem.

4.1.1.1 Dados de produção e localização geográfica

Os dados de produção do arroz (conforme item 3), foram obtidos através de instituições estatais e comissão particulares (MGaYP e a comissão sectorial do arroz), apesar que diferirem entre si aproximadamente 9%. Foram utilizados os fornecidos por ambas.

Segundo a **ETAPA 1** (item 3.2.1.1.1), das comparações dos valores médios encontrados (Tab. 4.1), pode-se dizer que:

- houve um aumento do último valor médio de área semeadas nos últimos 5 anos, em relação ao valor médio anterior, ou seja, cultivo-se mas quantidade, com um acréscimo de 29.71 %,

- pode-se dizer que houve um aumento da produção (valor médio nos últimos 5 anos com respeito ao valor médio anterior, de 42.68 %,

- também se realizou a comparação dos valores médios em relação ao rendimento, e houve um aumento no valor médio nos últimos 5 anos de 8.94 % em relação

ao valor anterior.

Segundo a **ETAPA 2** (item 3.2.1.1.1), da comparação gráfica (Fig. 4.1), observa-se que existe um decréscimo na linha da produção em 1990 e, desde ali, uma linha de acréscimo constante. Esta linha é acompanhada pela linha de hectares semeados. O ângulo que esta forma no ano 1990 é maior que o da produção, ou seja, as quantidades de áreas semeadas foram maiores. A linha do rendimento é mais constante e não demonstra grande variações.

Portanto o aumento da produção está mais relacionado à quantidade de áreas semeadas do que ao rendimento destas. Com os dados expostos pode-se confirmar o aumento da produção deste cultivo agrícola na última década.

TABELA 4.1 Produção, áreas semeadas e rendimento dos últimos dez anos do arroz.

Direção de censos e questionários -exDIEA -. Divisão Operações de Campo).

Ano agrícola	Produção (tons.)	Área semeada (hás.)	Rendimento (kg/hás)
1983/84	339 760	78 770	4.31
1984/85	420 700	86 460	4.87
1985/86	394 218	84 729	4.65
1986/87	335 406	79 400	4.22
1987/88	380 592	80 844	4.71
V. médio	374 135	82 041	4.56
1988/89	537 217	95 175	5.65
1989/90	347 294	78 091	4.45
1990/91	492 594	103 125	4.78
1991/92	602 750	122 700	4.91
1992/93	689 317	133 000	5.18
V. médio	533 834	106 418	5.02
%	42.68	29.71	8.94

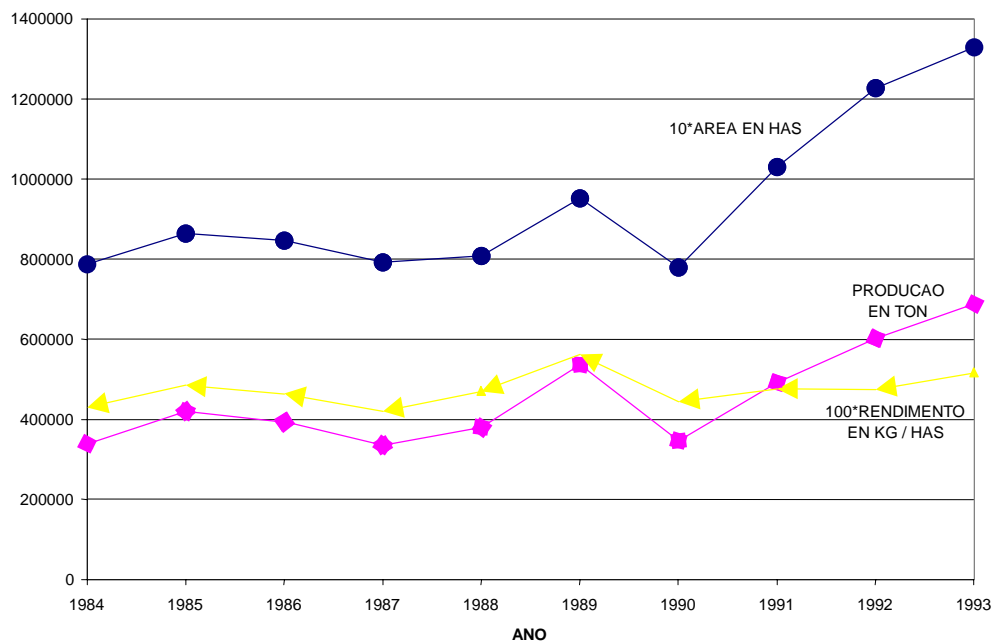


FIGURA 4.1 Produção do arroz

Segundo a **ETAPA 3** (item 3.2.1.1.1) obteve-se no MGAYP uma estatística retrospectiva de cultivo de arroz a nível nacional e departamental no último decênio 1983/84-1992/93, com as quantidades de toneladas de arroz colhidas por departamento. (Tab. 4.2).

Extraiu-se a tendência do produto por departamento, calculando-se se existe uma porcentagem de acréscimo ou decréscimo na produção, durante os últimos anos, obtido da comparação dos valores médio achados, por departamento, das quantidades produzidas nas colheitas dos anos 1983/84 a 1987/88 e as colheitas 1988/1989 a 1992/93. Tem-se então, que o departamento de Artigas aumentou sua produção em 114%, Cerro Largo teve um acréscimo de produção, na última década, de 68%, Lavalleja um decréscimo de 10%; Rivera um aumento de 112%, Rocha um aumento de 18%; e Salto apresentou es o maior aumento, de 137% porém não é o departamento que tem maior produção. Tacuarembó teve um aumento de 17% e, por último tem-se o departamento Treinta y Tres, com um aumento de 37%. Em resumo pode-se dizer que todos os departamentos mencionados, com exceção

de Lavalleja, tiveram acréscimo na produção.

Porém os departamentos que tiveram as maiores porcentagens de aumento não são os que produziram maiores quantidades de toneladas. Os departamentos de Artigas e Lavalleja foram os que tiveram maior rendimento em suas áreas semeadas, mas sua produção representa 14% do total nacional não sendo, portanto representativo (Tab. 4.3). Os que cultivaram e produziram maiores quantidades do arroz foram os departamentos de Treinta y Tres, Rocha e Cerro Largo, apresentando valores de acréscimos do 37%, 18%, 68%, respectivamente. Conferiu-se que nestes lugares a produção tem sido de maior quantidade de toneladas, mantendo-se essa produção de forma mais constante que em outros departamentos.

TABELA 4.2 Evolução da produção de arroz nos departamentos do Uruguai. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Depto	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	Prom.	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	Prom.	Evolução produção %
Artig	17160	15100	21460	27950	27800	21894	26712	25920	37418	64639	79733	46884	114
Canle	-----	-----	-----	-----	-----		-----	-----	-----	-----	-----		
C.Lar	57856	63300	69161	58855	75400	64914	112942	49393	104768	133263	146132	109299	68
Colo	-----	-----	-----	-----	--		-----	-----	-----	-----	-----		
Dura	-----	-----	-----	-----	1792		-----	-----	-----	-----	264		
Flore	-----	-----	-----	-----	-----		-----	-----	-----	-----	-----		
Flori	-----	-----	-----	-----	-----		-----	-----	-----	-----	-----		
Laval	12575	15250	12309	10120	10570	12165	15323	3268	10258	11260	14417	10905	-10
Mald	-----	-----	-----	-----	-----		-----	-----	-----	-----	-----		
Mdeo	-----	-----	-----	-----	-----		-----	-----	-----	-----	-----		
Paysd	-----	-----	250	190			282		130	1164	-----		
R.Ne	331	400	822	701	630					224	-----		
River	12180	13500	15637	20072	20400	16358	27766	11055	33248	43725	57726	34704	112
Roch	104060	131700	104366	80630	93300	102811	128728	125118	104323	123651	125370	121438	18
Salto	311	2500	3040	2249	3100	2240	2643	3864	3631	5983	10380	5300	137
S.Jos	-----	-----	-----	-----	-----		-----	-----	-----	-----	-----		
Soria	-----	-----	--	----	----		----	-----	-----	-----	-----		
Tacm	23192	28050	24820	18675	16800	22307	30304	8984	23691	30630	36916	26105	17
TTres	112095	150900	142353	116314	130800	130492	192517	119692	175127	188211	218379	178785	37

A tabela 4.3 identifica a quantidade de produção, em toneladas, por departamento através de dados da colheita do ano 1993. Estes estão ordenados em forma decrescente em relação às toneladas de produção de arroz, com suas correspondentes áreas semeada, e seus rendimentos.

Os nove departamentos que cultivam arroz, ordenados em forma decrescente de acordo com sua produção, são: Treinta y Tres, Cerro Largo, Rocha, Artigas, Rivera, Tacuarembó, Lavalleja, Salto e Durazno. Os três primeiros departamentos representam 70.61% do total nacional de áreas semeadas, e 71.07% da produção total do arroz do país.

Nestes a produção esta em correspondência com as área semeadas, ou seja, a maior produção corresponde a maior área semeada. A localização destes departamentos (Fig. 4.2) encontra-se ao nordeste do país, limitando com Brasil. Estes são os que tem maior produção mas não são os que mais fazem render as áreas semeadas. Essa zona está caracterizada por possuir arroios, rios e lagunas, e ser baixa, facilitando a irrigação das plantações.

Em conclusão estes departamentos são os que produzem maior quantidade de toneladas e os que tem mantido, nestes últimos dez anos, produções importantes em aumento.

TABELA 4.3 Produção do arroz por departamento ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Depto	Produção (tons.)	% do total nacional	Área semeada (hás.)	% do total nacional	Rendimento (kg/hás)
Treinta y Tres	218 379	31.68	38 596	28.96	5.66
Cerro Largo	146 132	21.20	29 582	22.20	4.94
Rocha	125 370	18.19	25 913	19.45	4.84
Artigas	79 733	11.57	13 904	10.43	5.73
Rivera	57 726	8.37	12 701	9.53	4.55
Tacuarembó	36 916	5.35	8 041	6.03	4.59
Lavalleja	14 417	2.09	2 450	1.84	5.88
Salto	10 380	1.51	2 022	1.52	5.13
Durazno	264	0.04	50	0.04	5.28
Total	689 317	100.00	133 259	100.00	5.17



FIGURA 4.2 Localização geográfica do cultivo do arroz

Referencias ▲ 10 000 Tons.

4.1.1.2 Cálculo de resíduos e localização geográfica

A fig.4.3 mostra, de forma esquemática, os resíduos obtidos a partir do cultivo do arroz

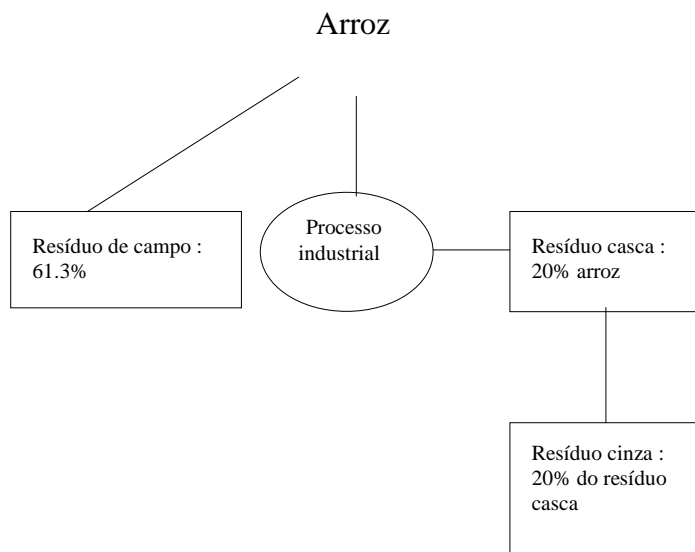


FIGURA 4.3 Geração de resíduo de arroz

Segundo a **ETAPA 4** (item 3.2.1.1.2) os *resíduos de campo* foram calculados de acordo com Deambrosi (1992), que indica um valor médio de 61.3% da produção como geração de palha. A partir dos valores anuais da produção dos últimos dez anos. Calculou-se valores médios de cinco em cinco anos e aplicou-se a porcentagem referida. Tem-se, então, que o último valor médio mostrou um aumento de 70.08% na produção e, conseqüentemente, em resíduos do campo. Estes resíduos remanescem no local de produção do arroz, situando-se em sua maior parte nos departamentos ao nordeste do país (Tab. 4.4).

TABELA 4.4 Produção de resíduos de campo do arroz nos últimos dez anos

Ano agrícola	Produção (tons.)	Resíduo de campo 61.3%
1983/84	339 760	127 671
1984/85	420 700	257 889
1985/86	394 218	241 656
1986/87	335 406	205 604
1987/88	380 592	233 303
V. médio	374 135	229 345
1988/89	537 217	329 314
1989/90	347 294	212 891
1990/91	492 594	301 960
1991/92	602 750	369 486
1992/93	689 317	422 551
V.médio	533 834	327 240
%	42.68	42.68

Na etapa seguinte determinou-se a quantidade e localização geográfica dos *resíduos* produzidos durante o *processo de industrialização*.

Segundo a **ETAPA 5** (item 3.2.1.1.2), é necessário estabelecer, além da quantidade do arroz cultivado, a quantidade de arroz que se exporta com casca, ou como semente, e o arroz que permanece no país para semente. Com estas diferenças, pode-se calcular a quantidade do arroz que se processa e a quantidade do resíduo gerado.

De forma geral os resíduos do arroz - a casca-, em alguns casos são descartados ou vendidos para avícolas, ou utilizados para combustível nos secadores na época de colheita, ou ainda vendidos para as fábricas de cimento portland, sendo utilizados para combustível ficando misturados na matéria prima do cimento.

Obtiveram-se, através da comissão sectorial do arroz, dados específicos sobre: produção e exportação dos moinhos, das firmas e produtores; a localização dos moinhos por departamento, a capacidade destes e o destino dos resíduos casca e cinza, dos anos 1993/1994. (Tab. 4.5 e Tab. 4.6). Para fazer os cálculos das quantidades de resíduos, fundamentou-se em dados obtidos na comissão sectorial do arroz. Como estes são dados de

um só ano, seus resultados são relativos.

O principal comprador de arroz e subprodutos obtidos neste período foi Brasil, que adquiriu aproximadamente 312 000 toneladas do produzido, tendo sido exportado também pequenos volumes a outros países.

A exportação total foi mais de 50% do produzido, porém essa exportação foi realizada com o arroz em alguma etapa do processo de elaboração, ou seja, o resíduo ficou no Uruguai. Somente exportou-se semente e arroz com casca numa quantidade de aproximadamente 42 906 toneladas (7%), segundo dados da comissão sectorial do arroz. Restaram 581 152 toneladas de arroz que, ao serem elaboradas, produziram resíduos (Tab. 4.5).

TABELA 4.5 Exportação e importação do arroz com casca em toneladas. (Comissão sectorial do arroz 1993/1994).

Moinhos	Produção total de arroz c/casca.	Exportação total de arroz c/casca.	Importação de arroz c/casca.	Arroz c/casca que se processa
Empresas	557 926	-----	-----	-----
Firmas	56 249	-----	-----	-----
Produtores	9 883	-----	-----	-----
Total	624 058	42 906	0	581 152

TABELA 4.6 Produção, exportação, quantidade de resíduo produzido nos processos industriais nos departamentos e emprego deste em toneladas. (Comissão sectorial do arroz 1993/1994).

DEPARTAMENTOS											
Total de arroz produzido em c/ moinho (tons.)	Exportação de Semente (tons.)	Arroz Processado (tons.)	Artigas	Rivera	Tacuare	C. Largo	T. y Tres	Lavalleja	Rocha	Mdeo	
313009	3	313006	29110	-----	50081	50081	50081	50081	-----	83572	
84255	5255	79000	15000	-----	-----	30000	-----	34000	-----	-----	
42249	192	42057	-----	-----	-----	-----	-----	-----	42057	-----	
40720	1000	39720	-----	-----	-----	-----	39720	-----	-----	-----	
12876	5956	6920	-----	-----	-----	6920	-----	-----	-----	-----	
10500	0	10500	-----	-----	-----	-----	10500	-----	-----	-----	
9751	225	9526	-----	9526	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
9623	5185	4438	4438	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
7514	0	7514	-----	-----	-----	-----	-----	-----	7514	-----	
5703	0	5703	-----	-----	-----	-----	5703	-----	-----	-----	
3927	0	3927	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3927	-----	
4120	200	3920	-----	-----	-----	-----	3920	-----	-----	-----	
2839	53	2786	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2786	-----	
2875	0	2875	2875	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
2825	0	2825	2825	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
2411	0	2411	-----	-----	2411	-----	-----	-----	-----	-----	
1130	0	1130	-----	-----	-----	1130	-----	-----	-----	-----	
980	0	980	980	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
619	0	619	-----	-----	-----	619	-----	-----	-----	-----	
56249	15677	40572	●	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	40 572
9883	9160	723	●	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	723
624058	42906	581152	55228	9526	52492	88750	109924	84081	56284	83572	539 857
											581 152

REFERENCIAS

●	Dados que faltam
□	casca descarte ou venda
■	cinza combustível
■	Cimento portland

Segundo a **ETAPA 6** (item3.2.1.1.2), depois da exportação de arroz com casca ou como semente, pode-se dizer que o que resta do arroz com casca, é armazenado nos moinhos, produzindo como subproduto: o resíduo casca (Tab. 4.7). Estes resíduos

encontram-se nos departamentos de Artigas, Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo, Treinta y Tres, Lavalleja, Rocha e Montevideo, em sua maioria coincidindo com as áreas de produção, com exceção de Montevideo que, apesar de não produzir arroz, possui silos para armazenagem e moinhos. Em Treinta y Tres está a maior armazenagem de arroz com casca nos moinhos(21 985 toneladas), seguindo em ordem decrescente Lavalleja, Montevideo, Cerro Largo, Rocha, Artigas, Tacuarembó e Rivera. Portanto, a armazenagem é feita perto dos centros de produção e a zona de maior concentração encontra-se nos limites com Brasil.

TABELA 4.7 Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz

Depto	Artigas	Rivera	Tacua	C.Largo	T.Tres	Lavall	Rocha	Mdeo	Total
quantidades	55 228	9 526	52 492	88 750	109 924	84 081	56 284	83 572	539 857
Casc.20%	11 046	1 905	10 498	17 750	21 985	16 816	11 257	16 714	107 971

Os destinos da casca extraída são diferentes nestes departamentos, ou seja, descarta-se ou vende-se ou se utiliza como combustível. A maior quantidade de casca disponível como descarte ou venda encontra-se no departamento de Montevideo: 16 714 toneladas (Tab. 4.7.a).

TABELA 4.7.a Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz empregado em descarte ou venda.

Depto	Artigas	Rivera	Tacua	C.Largo	T.Tres	Lavall.	Rocha	Mdeo	total
arroz-tons	49 528	--	52 492	80 700	55 784	50 081	11 441	83 572	383 598
Casc.20% ton.	9 906	--	10 498	16 140	11 157	10 016	2 288	16 714	76 719

Treinta y Tres é o departamento que dispõe da maior quantidade de casca de arroz para a queima (10 828 toneladas) ou para emprego como combustível para suas maquinárias, transformando a casca em outro tipo de resíduo, a cinza de casca de arroz.(Tab. 4.7.b).

TABELA 4.7.b Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz empregado para combustível.

Depto	Artigas	Rivera	Tacua	C.Largo	T.Tres	Lavall.	Rocha	Mdeo	Total
arroz-tons	5 700	9 526	-----	8 050	54 140		-----	-----	77 416
Casc.20% ton	1 140	1 905	-----	1 610	10 828	6 800	-----	-----	15 483
Cinz.20% ton.	228	381	-----	322	2 166	1 360	-----	-----	3 097

E por último os departamentos que vendem casca de arroz para as fábricas de cimento Portland são Lavalleja e Rocha, com 6 800 toneladas e 8 969 toneladas, respectivamente (Tab. 4.7.c).

TABELA 4.7.c Localização geográfica e quantidade do resíduo casca do arroz empregado para combustível na produção de cimento portland.

Depto	Artigas	Rivera	Tacua	C.Largo	T.Tres	Lavall.	Rocha	Mdeo	Tot.ton
arroz.tons	-----	-----	-----	-----	-----	34 000	44 843		78 843
casc. 20%						6 800	8 969		15 769

4.1.2 Trigo

No Uruguai o tipo de variedade cultivada de trigo é o semiduro. O cultivo é realizado durante o período de maio a junho e a colheita entre os meses de outubro e janeiro. A colheita do trigo é feita de forma mecânica e o transporte do produto geralmente realizado em caminhões a granel.

4.1.2.1 Dados de produção e localização geográfica

Os dados de produção do trigo, (conforme item 3), foram obtidos em instituições estatais (MGAP) e empresas, sendo utilizados os fornecidos por ambas.

Segundo a **ETAPA 1** (item 3.2.1.1.1) das comparações dos valores médios encontrados (Tab. 4.8) pode-se dizer que:

- houve uma diminuição de 15.46% do valor médio de área semeada nos últimos 5 anos em relação ao valor médio anterior.

- houve um aumento de 22.33% do valor médio da produção nos últimos 5 anos com respeito ao valor médio anterior.

- houve um aumento de 42.17%. no valor médio de rendimento das área semeada nos últimos 5 anos em relação ao valor médio anterior (Tab. 4.8).

Segundo a **ETAPA 2** (item 3.2.1.1.1), da comparação gráfica (Fig. 4.3) observa-se que existe uma tendência de decréscimo na linha de áreas semeadas e uma tendência mais constante nas linhas de produção e rendimento. Essa tendência mais constante deve-se provavelmente, a um melhoramento no rendimento das áreas semeadas.

Em resumo pode-se concluir que houve um aumento na produção, a pesar da diminuição da área semeada de trigo, ou seja, ocorreu um melhoramento do rendimento das terras ou na forma da colheita.

TABELA 4.8 Produção, áreas semeadas e rendimento do trigo durante os anos de 1983 a 1993. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Ano agrícola	Produção (tons.)	Área semeada (hás.)	Rendimento (kg/hás)
1983/84	418 700	255 700	1.63
1984/85	348 900	228 800	1.52
1985/86	246 100	216 300	1.13
1986/87	231 700	187 800	1.23
1987/88	307 800	169 300	1.81
V. médio	310 640	211 580	1.47
1988/89	413 600	177 500	2.33
1989/90	542 400	227 900	2.38
1990/91	415 700	224 600	1.85
1991/92	187 500	116 300	1.61
1992/93	340 900	148 000	2.30
V. médio	380 020	178 860	2.09
%	22.33	-15.46	42.17

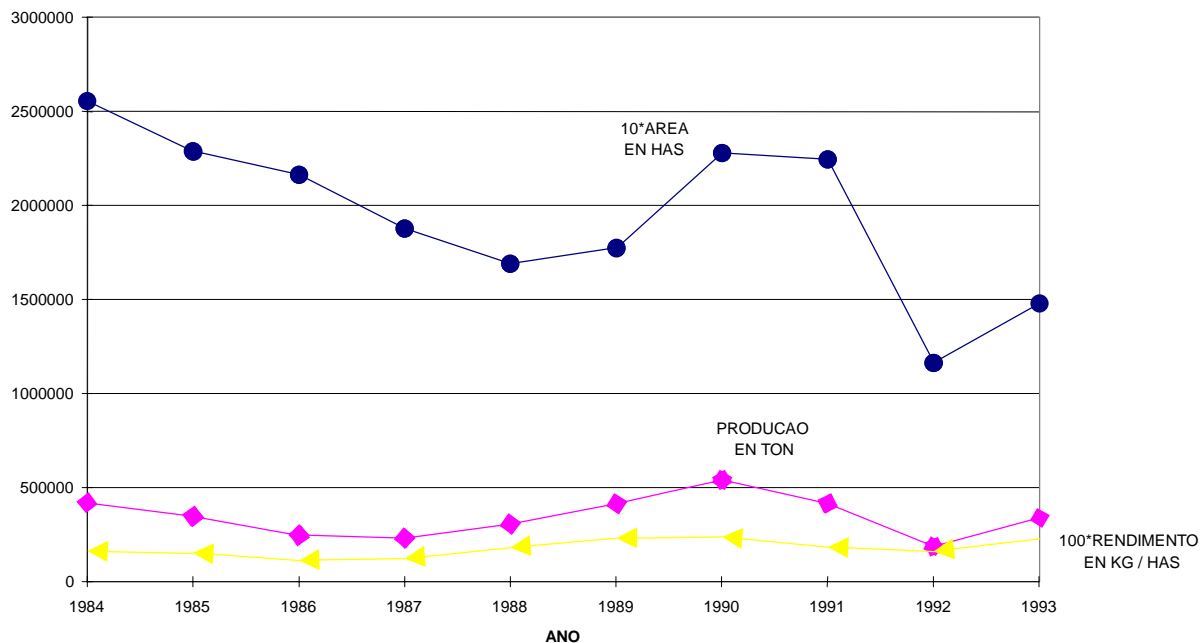


FIGURA 4.4 Produção do trigo

Segundo a **ETAPA 3** (item 3.2.1.1.1) foi determinada a quantidade de produção de trigo por departamento. Geralmente, a zona de localização da produção não varia pero sim o volume da produção e o rendimento das áreas semeadas.

Os dados de produção da colheita do Censo Geral Agropecuário 1990 (Tab. 4.9) não coincidiram com os dados coletados para o ano 1990 (Tab. 4.8), na qual encontrava-se a produção dos últimos dez anos, existindo uma diferença de 6%, embora fossem dados levantados na mesma instituição (MGAYP).

Os departamentos em que se cultiva o trigo ordenados em forma decrescente de acordo com as quantidades de toneladas de produção, com suas correspondentes áreas semeadas e rendimento, são: Soriano, Rio Negro, Colonia, Paysandu, San José, Flores, Canelones, Florida, Salto, Lavalleja (Tab. 4.9). Os demais departamentos, cuja produção foi inferior a 4 toneladas, não foram discriminados. Os três primeiros departamentos representam 74% da produção nacional, 69% das áreas semeadas e são os que possuem maior rendimento. A localização destes departamentos se encontra ao noroeste do país,

sobre a costa do rio Uruguai, um dos limites com Argentina. Observa-se que a maior produção corresponde a maior área semeada e ao maior rendimento por área semeada.

TABELA 4.9 Produção do trigo por departamento, ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total 1990. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Depto	Produção (tons.)	% do total nacional	Área semeada (hás.)	% do total nacional	Rendimento (kg/hás)
Soriano	199 841	34.64	73 810	29.91	2.70
R.Negro	122 446	21.22	50 729	20.56	2.41
Colonia	104 868	18.18	47 400	19.21	2.21
Paysandu	68 688	11.90	30 568	12.38	2.24
S. José	31 892	5.52	14 843	6.01	2.14
Flores	15 583	2.70	8 893	3.60	1.75
Canelones	9 981	1.73	5 477	2.21	1.82
Florida	6 954	1.20	4 452	1.80	1.56
Salto	5 888	1.02	3 911	1.58	1.56
Lavalleja	4 543	0.70	3 059	1.23	1.48
-----	-----	-----	-----	-----	
Total	576 798		246 717		

Dos dados da colheita do ano 1980 (Tab. 4.10) obtiveram-se que os departamentos em que foi cultivado o trigo (ordenados em forma decrescente às toneladas de produção) foram: Soriano, Colonia, R.Negro, Paysandu, San José, Flores, Florida, Lavalleja, Salto, e Canelones, correspondendo aos que tiveram maior quantidade de áreas semeadas e aos que fizeram render mais a essas.

TABELA 4.10 Produção do trigo por departamento, ordenada em forma decrescente,- 1980. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Depto	Produção (tons.)	% do total nacional	Área semeada (hás.)	% do total nacional	Rendimento (kg/hás)
Soriano	145 956	33.53	93 980	29.54	1.55
Colonia	110 319	25.34	71 918	22.60	1.53
R.Negro	68 103	15.64	49 497	15.55	1.37
Paysandu	44 551	10.23	48 204	15.55	0.92
S. José	27 955	6.42	19 115	6.02	1.46
Flores	15 923	3.65	12 941	4.06	1.20
Florida	5 979	1.37	4 884	1.53	1.20
Lavalleja	4 481	1.02	4 664	1.46	0.96
Salto	4 037	0.92	6 591	2.07	0.61
Canelones	3 639	0.83	3 311	1.04	1.09
Total	435 280		318 105		

Em resumo, fazendo a comparação dos cultivos de 1990 e 1980, observa-se que os departamentos são os mesmos, ou seja, a mesma zona sudoeste de cultivos (Fig. 4.5), mas no censo de 1990, alguns departamentos tiveram aumento em sua quantidade de toneladas de produção em relação ao censo de 1980, como por exemplo, Paysandú.



FIGURA 4.5 Localização geográfica do cultivo do trigo

Referencias ▲ 10 000 Tons.

4.1.2.2. Cálculo de resíduos e localização geográfica

A Fig. 4.6 mostra, de forma esquemática, os resíduos obtidos a partir do cultivo do trigo.

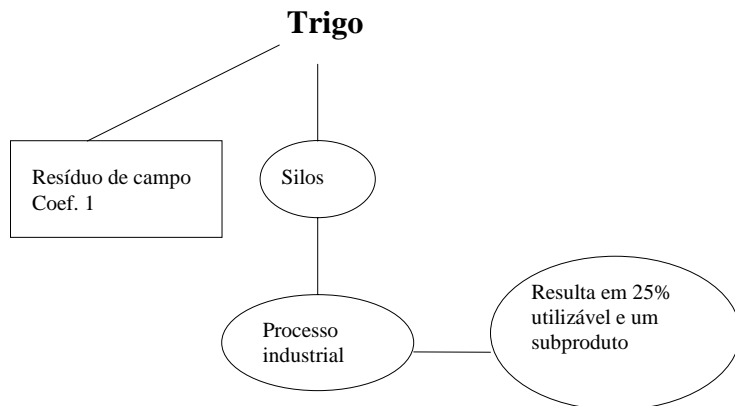


FIGURA 4.6 Geração de resíduo do trigo

Segundo a **ETAPA 4** (item 3.2.1.1.2), o coeficiente usado para o cálculo de resíduos de trigo é 1. Para o ano 1992/1993, a produção foi de 340 900 toneladas dos grãos com geração de resíduo do campo na mesma quantidade.

Obtém-se dois tipos de resíduos de campo e dos processos industriais. Os resíduos depois da colheita, da palha do trigo, permanecem no campo e, em algumas situações, são recolhidos e usado como cama para animais.

Com os valores anuais da produção dos últimos dez anos, calculou-se os valores médios de cinco em cinco anos, observando-se um aumento de 22.33% na produção dos últimos 5 anos, portanto também em resíduos do campo e industriais (Tab. 4.11).

De acordo com os dados obtidos nos censos agropecuários dos anos 1990 e 1980 (no etapa 3) da localização geográfica dos cultivos de trigo, obtém-se que os resíduos do campo acham-se situados nos departamentos ao sudoeste do país.

TABELA 4.11 Produção de resíduos de campo e industriais de trigo nos últimos dez anos em toneladas. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Ano agrícola	Produção grano	Resíduo campo coef. 1	Resíduo industriais 25%
1983/84	418 700	418 700	104 675
1984/85	348 900	348 900	87 225
1985/86	246 100	246 100	61 525
1986/87	231 700	231 700	57 925
1987/88	307 800	307 800	76 950
V. médio	310 640	310 640	77 660
1988/89	413 600	413 600	103 400
1989/90	542 400	542 400	135 600
1990/91	415 700	415 700	103 925
1991/92	187 500	187 500	46 875
1992/93	340 900	340 900	85 225
V. médio	380 020	380 020	95 005
%	22.33	22.33	22.33

Segundo o **ETAPA 5** (item 3.2.1.1.2), a produção não teve um aumento importante, não se exportou o trigo, sendo a produção destinada ao abastecimento interno. O produto, em geral, é levado aos silos das próprias empresas ou silos alugados, que geralmente ficam perto das áreas de cultivo. Depois é trasladado para as indústrias de processamento em caminhões que transportam o grão, geralmente a granel.

O processo começa na colheita, quando obtém-se do grão de trigo 75% de farinha e 25% que se divide em farelo, semitim e gérmen de trigo. Estes resíduos são empregados, em alguns casos para a alimentação de animais nas rações balanceadas, empregando-se o semitin e farelo. Outra parte dos resíduos é empregada para alimentação humana, geralmente em produtos dietéticos ou produtos integrais, sendo utilizado o farelo ou gérmen de trigo. Portanto, os resíduos de trigo são totalmente utilizáveis em consumo animal e consumo humano, não mais sendo considerado resíduo, mais sim um subproduto.

Segundo a **ETAPA 6** (item 3.2.1.1.2), os departamentos nos quais situam-se os moinhos onde se desenvolve o processo de industrialização na transformação do grão

coletado em farinha de trigo, e as quantidade de grãos processados nestes, por ano, são: Montevideo, 89 486 toneladas; San José, 80 964 toneladas; Soriano, 51 135 toneladas; Colonia, 42 612 toneladas; e Florida, 42 613 toneladas (Tab. 4.13). O que se encontra indicado é 90%, já que os demais 10% encontram-se repartido em oito departamentos distintos dos indicados ali. Estos moinhos processam pouca quantidades de toneladas de grão, portanto os valores não são muito representativos, e esses foram desprezados.

TABELA 4.12 Localização por departamento dos moinhos de processamento de trigo e quantidade de resíduos 1993/94 em toneladas anuais. (Dados obtidos das empresas que representam 90% da produção).

Deptos	Processado	Subproduto 25%
Montevideo	89 486	22 372
San José	80 964	20 241
Soriano	51 135	12 784
Colônia	42 612	10 653
Florida	42 613	10 653
	10 %	
Total	340 900	85 225

Em resumo, pode-se dizer que a localização dos moinhos, com exceção de Montevideo, está dentro das áreas de produção.

Portanto, a produção de resíduo ou subproduto é aproximadamente 25% dos grãos processados nos moinhos, e os departamentos que processam maior quantidade de grãos são Montevideo e San José, produzindo Montevideo 22 372 toneladas e San José 20 241 toneladas de resíduo ou subproduto.

4.1.3 Milho

O tipo de variedade cultivada de milho é o Dentado e Flin (grão de cor laranja). O cultivo se faz durante o período de verão e sua colheita realiza-se nos meses de inverno. A colheita do cultivo é feita de forma mecânica e só se faz a armazenagem do grão nos silos. Dos campos onde se colhe o grão é trasladado aos silos em caminhões a granel, que geralmente ficam perto das cooperativas.

4.1.3.1 Dados de produção e localização geográfica

Os dados de produção do milho (conforme item 3), foram obtidos através de instituições estatais (MGA y P) e empresas. Utilizou-se os fornecidos em ambas.

Segundo o **ETAPA 1** (item 3.2.1.1.1), das comparações dos valores médios encontrados (Tab.4.13), pode-se dizer que:

- houve um decréscimo de 17.62% do valor médio de área semeada nos últimos 5 anos, em relação ao valor médio anterior.

- houve um decréscimo de 0.82% do valor médio da produção nos últimos 5 anos, com respeito ao valor médio anterior.

- houve um aumento de 21.24% no valor médio nos últimos 5 anos em relação ao valor médio anterior, quando compara-se os valores médios em relação ao rendimento.

TABELA 4.13 Produção, áreas semeadas e rendimento do milho no período 1983 a 1993.

(Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Ano agrícola	Produção (tons.)	Área semeada (hás.)	Rendimento (kgs./hás)
1983/84	111 813	85 996	1.300
1984/85	107 979	95 878	1.126
1985/86	103 000	76 262	1.351
1986/87	103 699	87 510	1.185
1987/88	118 330	74 320	1.592
V. médio	108 964	83 993	1.311
1988/89	60 156	76 340	0.788
1989/90	112 313	60 677	1.851
1990/91	123 747	69 482	1.781
1991/92	115 816	74 146	1.562
1992/93	128 299	65 319	1.964
V. médio	108 066	69 193	1.589
%	-0.82	-17.62	+21.24

Segundo a **ETAPA 2** (item 3.2.1.1.1), da comparação gráfica (Fig. 4.5) observa-se que existe um decréscimo na linha de hectares semeados e as linhas de produção e rendimento ficam quase constantes. Em resumo a manutenção quase constante da produção foi possível pelo melhoramento no rendimento dos hectares semeados.

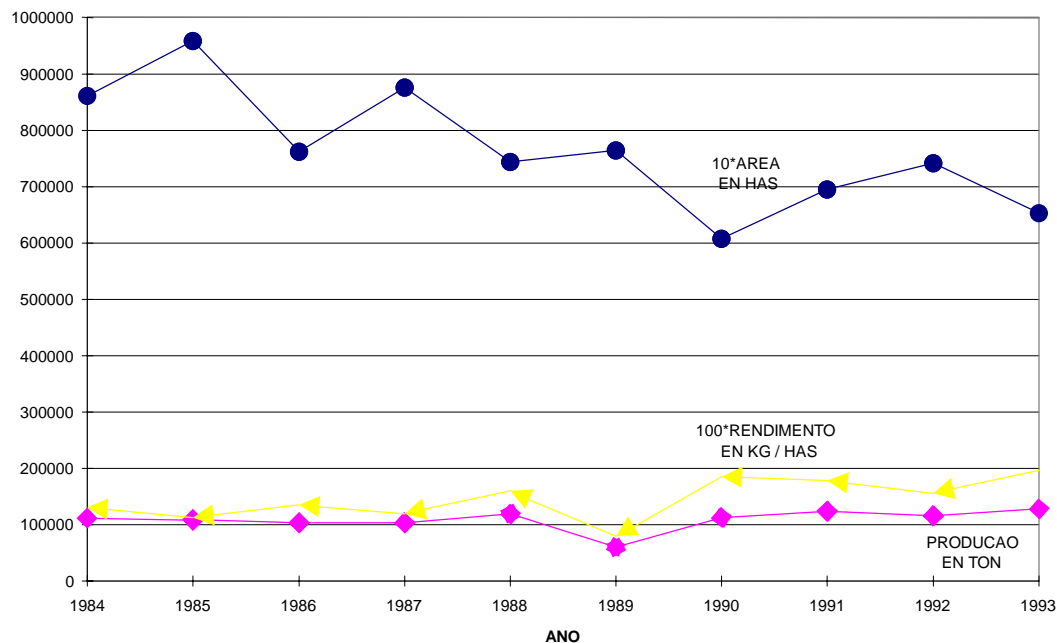


FIGURA 4.7 Produção do Milho

Segundo a **ETAPA 3** (item 3.2.1.1.1) calculou-se a quantidade de produção do milho por departamento. Foi identificada uma diferença de 19.4% entre os dados da colheita do censo agropecuário de 1990 (MGAYP) (Tab. 4.14), e os dados desse mesmo ano colocados na tabela da produção dos últimos dez anos (Tab. 4.13), embora sejam dados levantados na mesma instituição.

Os Departamentos em que se cultiva o milho, ordenados em forma decrescente, são os departamentos de Colonia, San José, Canelones, Soriano, Lavalleja, Florida, Rivera, Cerro Largo (Tab. 4.14). Os três primeiros representam 61.4% da produção nacional, e 56.1% do total nacional das áreas semeadas. Os dois primeiros são os que fazem render melhor suas áreas semeadas, não sucedendo o mesmo com o departamento de Canelones. Estes departamentos localizam-se ao sudoeste do país, sobre a costa do rio da Prata.

TABELA 4.14 Produção do milho por departamento ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total, -1990. (Direção de censos e questionários - exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Depto	Produção (tons.)	% do total nacional	Área semeada (hás.)	% do total nacional	Rendimento (kg/hás)
Colonia	25 948	28.66	12 089	21.55	2.10
S. José	17 764	19.62	9 673	17.21	1.83
Canelones	11 893	13.14	9 837	17.44	1.20
Soriano	10 228	11.30	5 102	9.07	2.00
Lavalleja	7 573	8.35	5 496	9.77	1.37
Florida	3 115	3.44	2 393	4.25	1.30
Rivera	2 311	2.55	2 015	3.58	1.15
C.Largo	1 777	1.96	1 979	3.51	0.89
Tacuarembó	1 378	1.52	1 305	2.32	1.05
Rocha	1 354	1.49	929	1.65	1.45
Total	90 507		56 230		

Os dados da colheita do ano 1980, extraídos do censo agropecuário desse ano, foram ordenados em forma decrescente da quantidade de toneladas de produção, por departamento: Canelones, San José, Colonia, Lavalleja, Soriano, Florida, Cerro Largo, Rocha (Tab. 4.15). Os mais representativos são os três primeiros departamentos, que correspondem também às maiores quantidade de áreas semeadas, porem não é assim com o rendimento, já que o maior produtor não é o que faz render mas a estas.

TABELA 4.15 Produção do milho por departamento ordenada em forma decrescente e sua porcentagem do total, -1980. (Direção de censos e questionários - exDIEA-. Divisão Operações de Campo).

Depto	Produção (tons.)	Área semeada (hás.)	Rendimento (%)
Canelones	30 641	34 822	0.88
S. José	24 491	24 015	1.02
Colônia	18 240	18 187	1.00
Lavalleja	10 689	13 327	0.80
Soriano	10 296	8 525	1.20
Florida	5 230	6 553	0.80
C.Largo	4 644	7 187	0.65
Rocha	4 085	4 413	0.93
Maldonado	3 924	4 455	0.88
Rivera	2 531	5 388	0.47
Total	125 823		

Por fim, realizou-se uma comparação dos cultivos dos anos 1990 e 1980 e observou-se que a localização geográfica deste cultivo é praticamente a mesma nesses anos, ou seja, zona sudoeste. A situação do resíduo do campo tem quase a mesma localização. No censo do 1990 alguns departamentos aumentarem a produção, como por exemplo Colonia, que no ano 1980 estava em terceiro, e em 1990 subiu ao primeiro lugar, (Fig. 4.8).



FIGURA 4.8 Localização geográfica do cultivo do milho
 Referencias ▲ 10 000 Tons.

4.1.3.2 Cálculo de resíduos e localização geográfica

A Fig. 4.9 mostra, de forma esquemática, os resíduos obtidos a partir do cultivo do milho.

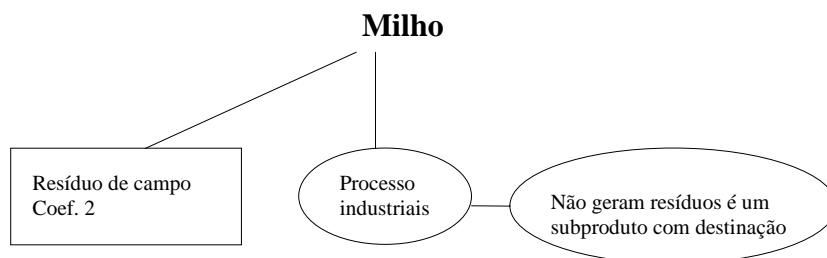


FIGURA 4.9 Geração de resíduos de milho

Segundo o **ETAPA 4** (item 3.2.1.1.2), o coeficiente para o cálculo dos resíduos de campo de milho é 2.

Tem-se dois tipos de resíduos de campo e dos processos industriais. O resíduo de campo é o que permanece no campo depois da colheita. Quando a máquina passa para a colheita a planta e maçaroca ficam no campo, onde apodrecem, sendo utilizadas como fertilizante. Em alguns casos corta-se ou pica-se, enterrando-se e guardando-se como ração para animais.

Com os valor anuais da produção dos últimos dez anos, calculou-se os valores médios de cinco em cinco anos, onde identificou-se uma queda na produção de 0.8% nos últimos 5 anos. Portanto, também em resíduos do campo, esta queda foi de 0.8%. O último valor obtido foi 256 598 toneladas anuais a nível nacional de resíduos (Tab. 4.16).

TABELA 4.16 Produção de resíduos de campo de milho nos últimos dez anos em

toneladas

Ano agrícola	Produção	Resíduo do campo (planta e maçaroca) coef. 2
1983/84	111 813	223 626
1984/85	107 979	215 958
1985/86	103 000	206 000
1986/87	103 699	207 398
1987/88	118 330	236 660
V. médio	108 964	217 928
1988/89	60 156	120 312
1989/90	112 313	224 626
1990/91	123 747	247 494
1991/92	115 816	231 632
1992/93	128 299	256 598
V. médio	108 066	216 132
%	-0.8	-0.8

Da acordo com os dados obtidos nos censos agropecuários dos anos 1990 e 1980 (na etapa 3) da localização geográfica dos cultivos de milho, obteve-se que os resíduos do campo acham-se situados nos departamentos ao sudoeste do país.

Segundo a **ETAPA 5** (item 3.2.1.1.2), no Uruguai não se exporta milho, sendo a produção destinada para abastecimento interno. Portanto, no processo de industrialização, para o cálculo das quantidade de toneladas de resíduo produzido, considerou-se toda a produção. Entretanto, este não é considerado um resíduo, mas sim um subproduto totalmente utilizável. O consumo interno de 1993 (segundo dados de cooperativas do grão) foi de 150 000 toneladas. No Uruguai, a produção de 1993 foi de aproximadamente 128 000 toneladas, ou seja, o que se importou foi mas ou menos 20 000 toneladas (estes são dados relativos, já que foram dados de um só ano). No caso de importação, o grão veio da Argentina.

Dois por cento da utilização do milho no Uruguai destina-se ao consumo humano, na forma de farinas e óleos de milho, e os 98% restantes destinam para a produção de ração para animais. No processo de industrialização, obtém-se do grão distintos subprodutos alimentícios e não alimentícios: frutose, glicose, amido glutenfil, glutensnil, e azeite cru, não

sendo produzido resíduo no processo industrial. Também se produz ração para animais num processo artesanal, onde o grão é só moído e totalmente aproveitado, não se produzindo resíduo.

Segundo o **ETAPA 6** (item 3.2.1.1.B), os departamentos nos quais se processa o milho, tanto para alimento de animais como para consumo humano, são Maldonado e Montevideo. O departamento de Maldonado foi que importou as 20 000 toneladas de milho da Argentina, processa, em sua totalidade, 40 000 toneladas. Nestes lugares se aplicam processos de industrialização ao grão, porém o que permanece é um subproduto totalmente utilizável, como se indica acima. Os outros departamentos produtores de milho são Canelones, Colonia, San José e Soriano, e a utilização do grão nestes locais são para a produção de alimentos de animais. Os processos utilizados são mais artesanais (moagem e mistura), portanto não deixando-se resíduo algum. Os departamentos onde se elabora o milho coincidem com as zonas de cultivo (Tab. 4.17).

TABELA 4.17 Emprego da produção de milho em toneladas, -1993.

Depto	Consumo humano de grão	Consumo animais de grãos
Maldonado		40 000
Montevideo	2 000	30 000
Canelones		30 000
Colonia		23 000
San José		20 000
Soriano		6 000

4.1.4 Cevada

O cultivo se faz durante o período de maio a junho e sua colheita se realiza entre os meses de outubro e de janeiro. O tipo de colheita do cultivo é feito de forma mecânica e para o transporte do produto empregam-se caminhões que trasladam a cevada a granel. Em geral, o armazenamento é feito nos silos perto dos locais do cultivo.

4.1.4.1. Dados de produção e localização geográfica

Os dados de produção do cevada (conforme item 3) foram obtidos através de instituições estatais e empresas (MGA y P), sendo utilizados os fornecidos por ambas.

Segundo a **ETAPA 1** (item 3.2.1.1.1), das comparações dos valores médios encontrados (Tab.4.18) pode-se dizer que:

- houve um aumento de 51.81%. do valor médio de área semeada nos últimos 5 anos, em relação ao valor médio anterior.

- houve um aumento de 114.09%. do valor médio da produção nos últimos 5, anos com respeito valor médio anterior.

- houve um aumento de 39.13% no valor médio de rendimento das áreas semeadas nos últimos 5 anos, em relação ao valor médio anterior.

TABELA 4.18 Produção, áreas semeadas e rendimento, nos últimos dez anos, da cevada (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão operações de campo).

Ano agrícola	Produção (tons.)	Area semeada (hás.)	Rendimento (kgs./hás)
1983/84	80 800	51 800	1.56
1984/85	113 300	67 800	1.67
1985/86	79 700	65 900	1.20
1986/87	62 400	50 800	1.22
1987/88	123 800	61 900	2.00
V. médio	92 000	59 640	1.53
1988/89	203 800	84 400	2.41
1989/90	202 600	90 600	2.23
1990/91	133 100	70 800	1.87
1991/92	138 400	82 500	1.67
1992/93	306 900	124 400	2.46
V. médio	196 960	90 540	2.13
%	114.09	51.81	39.13

Segundo a **ETAPA 2** (item 3.2.1.1.1), da comparação gráfica (Fig.4.10) observa-se que tanto a linha de áreas semeadas como a de produção e a de rendimento apresentaram uma tendência geral de acréscimo, embora, com pequenas quedas localizadas.

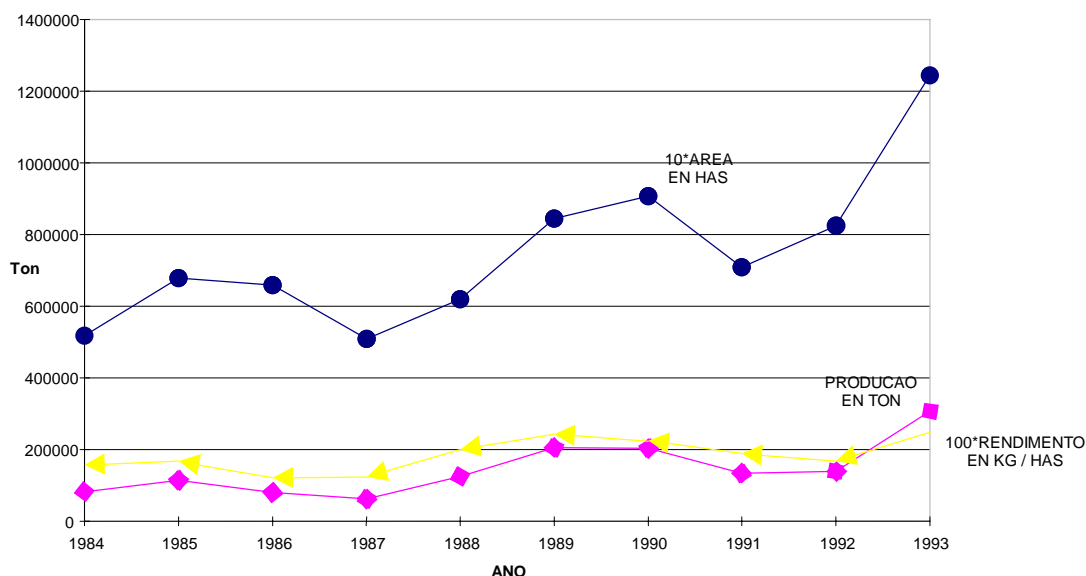


FIGURA 4.10 Produção de Cevada

Segundo a **ETAPA 3** (item 3.2.1.1.1), obtiveram-se os dados da colheita do censo de 1990, que não coincidem com os dados do mesmo ano apresentados na tabela de produção dos últimos dez anos (Tab. 4.18). Embora os dados tenham sido levantados na mesma instituição (MGAP), existe uma diferença de 16,8% (Tab. 4.19).

Os departamentos em que se cultiva a cevada, ordenados em forma decrescente de acordo com as toneladas de produção, com suas correspondentes área semeadas e seus rendimentos, são: Colônia, Soriano, Rio Negro e Paysandu (Tab. 4.19). Estes departamentos são os que tem maior produção, coincidindo com esta, o maior rendimento de suas áreas semeadas. Os quatro representam 89,59% do total produzido, possuindo 76,3% de áreas semeadas do total nacional.

TABELA 4.19 Produção da cevada por departamento, ordenada em forma decrescente, - 1990. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão operações de campo).

Depto	Produção (tons.)	% do total nacional	Area semeada (hás.)	% do total nacional	Rendimento (kg/hás)
Colonia	70 059	41.60	32 896	36.30	2.13
Soriano	50 024	29.70	21 307	23.50	2.35
R.Negro	17 592	10.40	8 659	9.60	2.03
Paysandu	13 301	7.89	6 260	6.90	2.12
Flores	6 940	4.12	4 120	4.50	1.68
San José	6 477	3.85	3 710	4.09	1.75
T.y.Tres	1 667	0.99	758	0.84	2.19
Lavalleja	1 104	0.66	814	0.89	1.36
Cerr. Largo	676	0.40	296	0.32	2.28
Maldonado	543	0.32	292	0.32	1.86
Total	168 386		90 600		

Os dados da colheita do ano 1980, extraídos do censo agropecuário desse ano, indicam que os departamentos nos quais se cultiva cevada, ordenados em forma decrescente, de acordo com as toneladas de produção, são: Colonia, Soriano, Rio Negro, Flores e Paysandu (Tab. 4.20). Os mais representativos são os três primeiros departamentos, que por sua vez correspondem também aos que tem maiores quantidades de áreas semeadas, porém não é assim com o rendimento, já que o maior produtor não é o que faz render mais a estas.

TABELA 4.20 Produção, áreas semeadas e rendimento da cevada nos últimos dez anos, - 1980. (Direção de censos e questionários -exDIEA-. Divisão operações de campo).

Depto	Produção (tons.)	Area semeada (hás.)	Rendimento (kgs/hás)
Colonia	28 281	16 583	1.70
Soriano	15 577	11 504	1.35
R.Negro	8 523	5 121	1.66
Flores	5 359	2 937	1.82
Paysandu	4 171	3 373	1.24
Lavalleja	2 916	2 522	1.16
San José	2 736	1 629	1.68
Florida	737	519	1.40
Canelones	457	319	1.40
Treinta y Tres	209	110	1.90
Total	71 180	44 748	

Em resumo, fazendo a comparação dos cultivos de 1990 e 1980, observa-se que os departamentos são quase todos os mesmos que produzem este cultivo, ou seja, a mesma zona oeste, mas no censo de 1990 alguns subiram em produção, por exemplo, Paysandu, que em 1980 estava em quinto lugar e em 1990 passou ao quarto lugar (Fig.4.11).



FIGURA 4.11 Localização geográfica do cultivo de cevada cervejeira

Referencias ▲ 10 000 Tons.

4. 1.4.2. Cálculo de resíduos e localização geográfica.

A Fig. 4.12 mostra, de forma esquemática, os resíduos obtidos a partir do cultivo da cevada cervejeira.

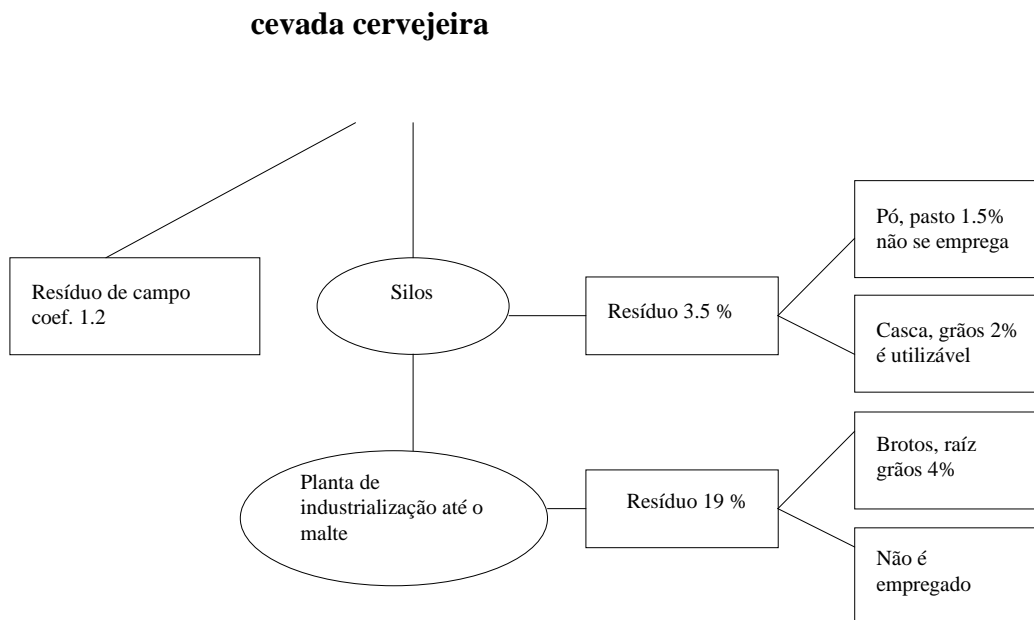


FIGURA 4.12 - Geração de resíduo da cevada cervejeira

Segundo a **ETAPA 4** (item 3.2.1.1.2), o coeficiente para o cálculo dos resíduos de campo de cevada cervejeira é 1,2.

Os resíduos de campo permanecem no lugar do cultivo. Com os valores anuais da produção dos últimos dez anos, calculou-se os valores médios, de cinco em cinco anos, dos resíduos do campo, dos resíduos que se obtém nos silos e dos resíduos industriais. Da coleta do ano 1993/1994 obtiveram-se 377 160 toneladas a nível nacional, do resíduo de campo (Tab. 4.21).

TABELA 4.21 Produção de resíduos de campo e industriais nos últimos dez anos de cevada em toneladas

Ano agrícola	Produção grãos	Resíduo de campo coef. 1,2	Resíduo silos 3.5%	Resíduo plantas industriais	Resíduos industriais 19%	Cevada malteada
1983/84	80 800	96 960	3394	77406	14707	62698
1984/85	113 300	135 960	3966	109334	20773	88560
1985/86	79 700	95 640	2790	76910	14613	62297
1986/87	62 400	74 880	2184	60216	11441	48775
1987/88	123 800	148 560	4333	119467	22699	96768
V. médio	92 000	110 400	3220	88780	16868	71912
1988/89	203 800	244 560	7133	196667	37367	159300
1989/90	202 600	243 120	7091	195509	37147	158362
1990/91	133 100	159 720	4659	128441	24404	104037
1991/92	138 400	166 080	4844	133556	25376	108180
1992/93	306 900	368 280	10742	296158	56270	239888
V. médio	196 960	236 352	6894	190066	36113	153953

De acordo com os dados obtidos nos censos agropecuários dos anos 1990 e 1980 (Passo 3) da localização geográfica dos cultivos de cevada, obtiveram-se que os resíduos de campo acham-se situados nos departamentos ao oeste do país.

Segundo a **ETAPA 5** (item 3.2.1.1.2), a exportação deste produto se produz nas distintas empresas depois de haver sido processada a cevada cervejeira até o malte, ou seja, o resíduo que será calculado é o produzido desde a colheita da cevada cervejeira até sua transformação em cevada malteada.

Na primeira etapa de processamento da cevada (até o malte) geram-se resíduos ou subprodutos que ficam no país.

O processo de produção de resíduo possui duas etapas:

a) uma limpeza do grão coletado que se produz nos silos, situados nos distintos departamentos, onde se obtém resíduos de tipo de casca, grão, pó e pastos. A porcentagem de resíduo obtida nestes locais é de aproximadamente 3,5% da produção de grão. Este resíduo é aproveitado como ração pois é rico em fibras e celulose.

b) inicia-se o processo de malteamento da mesma, que consta de vários processos: agrega-se água ao grão e se faz germinar, detém-se o processo de germinação mediante secagem e tostado (produzindo-se a cevada malteada), depois inicia-se o processo de limpeza e polimento, eliminando o embrião da planta, os brotos e raiz, cascas soltas e grãos defeituosos. Estes são os resíduos. Neste processo se produz aproximadamente 19% de resíduo, em que 4% é utilizado para consumo de animais, já que é rico em proteínas, e 15% permanece como resíduo.

O cálculo dos resíduos discriminados fundamentou-se em dados de toneladas de produção e quantidades processadas obtidos das próprias empresas, no ano 1994/1995. Portanto esses são dados de um só ano, cujos resultados são relativos.

A produção está dirigida basicamente por quatro empresas, sendo que a mais importante delas exporta quase toda sua produção de cevada malteada para o Brasil e a Argentina. A primeira empresa produz 168 000 toneladas, a segunda 92 000 toneladas, das quais processa só 60 000. A terceira produz 51 300 toneladas e a quarta 3000. Cada uma representa, em porcentagem no total nacional, 44,4%, 31,7%, 22,7% e 1,2% respectivamente. Os resíduos do campo desse ano foi de 377 160 toneladas (Tab. 4.22).

TABELA 4.22 Empresas e seus porcentagem de participação em relação à produção nacional. Empresas 1993/1994

Empresas	% do total	Produção (tons.)	Resíduo de campo Coef. 1,2	Processam (tons.)
1	44.4	168 000		168 000
2	31.7	92 000		60 000
3	22.7	51 300		51 300
4	1.2	3 000		3 000
Total	100	314 300	377 160	282 300

Segundo a **ETAPA 6** (item 3.2.1.1.2), a produção do cultivo cevada, situada nos silos dos departamentos, produz um resíduo da primeira etapa de limpeza num total de 3,5%, dos quais 2 % é pó e 1,5% é casca (utilizável).

Os departamentos que tem maior quantidade de silos ou maior capacidade de armazenar grãos, ordenados em forma decrescente em relação a quantidades de toneladas, são Paysandu com 106 000 toneladas, Colonia com 103 000 e Soriano com 31 000 toneladas (Tab. 4.23).

TABELA 4.23 Produção da cevada situada nos silos, resíduos gerados nestes e localização geográfica, em toneladas anuais

Depto	Localização em silos	Resíduos 3.5%	
		2%	1.5%
Paysandu	106 000	2 120	1 590
Colonia	103 000	2 060	1 545
Soriano	31 000	620	465
Flores	16 000	320	240
R.Negro	15 600	312	234
Montevideo	4 700	94	71
San José	3 000	60	45
Lavalleja	3 000	60	45
Total	282 300	5 646	4 235

Observa-se que as áreas do cultivo estão na zona oeste do país, onde também encontram-se os silos.

Nos departamentos de Colonia e Paysandú existem as principais plantas processadoras onde obtém-se, além dos resíduos dos silos, resíduos, do processamento industrial.

Nas plantas processadoras ingressam os grãos depois da primeira limpeza nos silos. Ordena-se, em forma decrescente, os departamentos onde estão as plantas industriais de acordo com as quantidades de toneladas geradas de resíduo, Paysandu, Colonia, Montevideo e Lavalleja (Tab. 4.24).

TABELA 4.24 Produção da cevada que entra nas plantas industrializadoras, resíduo gerados nestas e localização geográfica, em toneladas anuais

Depto	Entrada na planta industrializadora	Resíduo industrial 19%	
		4%	15%
Paysandu	162 120	6 614	24 188
Colonia	57 900	2 362	8 639
Montevideo	49 505	2 020	7 386
Lavalleja	2 895	118	432
Total	272 420	11 115	40 645

4.1.5 Considerações finais sobre cultivo de cereais e geração de resíduos

Em resumo final, dos quatro cultivos estudados se faz uma comparação gráfica (Fig.4.13) quanto à produção. Observa-se que os cultivos de arroz e cevada tem linhas que marcam um acréscimo importante em suas produções.

A produção do arroz, a partir do ano 1990, marca um angulo maior de crescimento, bem como a cevada a partir do ano 1992, enquanto que a linha da produção do trigo tem uma forma mais irregular, com decréscimos e um pico no ano 1990, com um mínimo no ano 1992. Quanto à produção do milho, sua linha é mais constante.

Tem-se que a maior produção do cultivo cerealífero do arroz e cevada cervejeira é acompanhada por uma maior geração de resíduos do campo é agro-industriais. É necessário ressaltar que os resíduos de milho e de trigo são totalmente utilizáveis em consumo animal e consumo humano queda um subproduto para a indústria da construção.

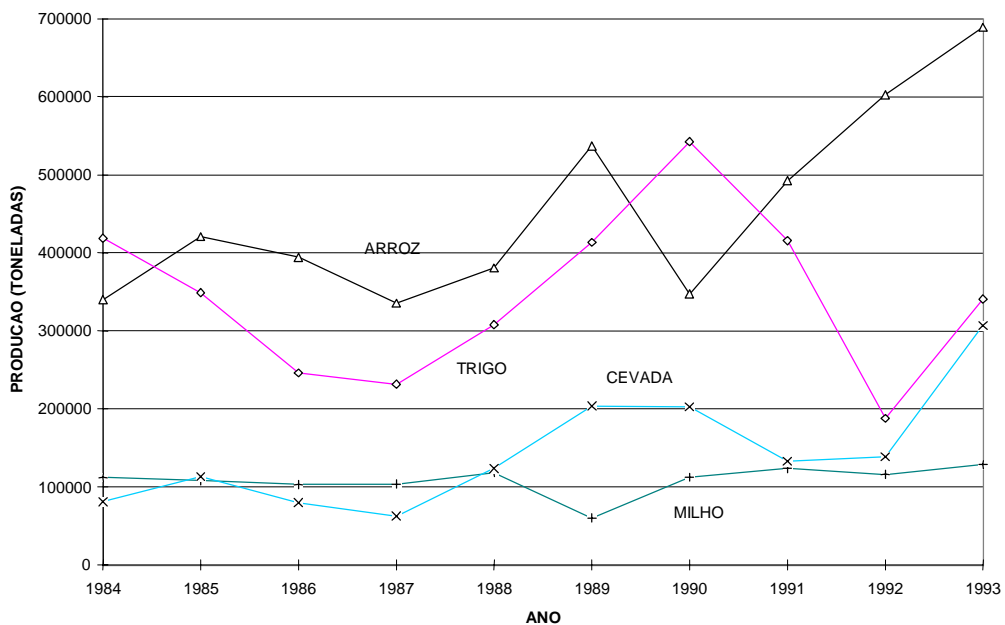


FIGURA 4.13 Produção comparativa de arroz, trigo, cevada e milho.

E por ultimo à localização geográfica dos resíduos agro-industriais de arroz e cevada cervejeira encontra-se respectivamente na zona nordeste e nos departamentos de Paysandú e Colonia (no litoral oeste) sendo ambos produtos coincidentes numa importante quantidade de resíduos no departamento de Montevideo (fig. 4.14).



FIGURA 4.14 Localização geográfica dos resíduos agro-industriais

Referencias: Resíduos agro-industriais

- Arroz
- Cevada cervejeira
- Arroz e Cevada cervejeira

4.2 COUROS

A coleta de dados deste produto foi obtida em instituições mistas (INAC, DICOSE, LATU), como se descreve no item 3. Os dados coletados foram de abate de animais a nível de estabelecimentos agropecuários, mas dados das empresas, de abates realizados, não foram fornecidos.

O couro estudado foi o couro bovino, apesar do Uruguai também se caracterizar pela grande quantidade de ovinos. Aos couros ovinos se faz o mesmo processo de curtimento que aos bovinos, com o mesmo produto, mas não se faz rebaixe e não se lixa por ser um couro pouco espesso. Portanto não serão considerados os couros ovinos para este trabalho.

No processo de curtimento dos couros utiliza-se um produto nomeado Cr III. Este produto propicia ao couro melhores qualidades frente à água e fungos, não sendo possível ainda sua substituição por outro produto.

Uma vez que os resíduos produzidos nos processos que se faz ao couro, como o rebaixe, o lixamento e os recortes geralmente são jogados ao campo ou à beira de arroios, os produtos contaminantes podem-se infiltrar no lençol freático. Ao potabilizar as águas, o CrIII presente pode transformar-se em CrVI, sendo este altamente cancerígeno e mutagênico. As leis ambientais, em países estrangeiros, exigem uma série de tratamentos em plantas para estes resíduos, especificamente projetadas, cuja construção é custosa, levando-se uma porcentagem alta dos ganhos das produções. Em algumas situações, os empresários de outros países mandam realizar estes processos nos países onde as normas não são tão exigentes, evitando-se elevados gastos nas plantas de tratamento recomendadas pelos governos. No Uruguai, quando os couros ingressam nessas condições, denomina-se admissão temporária, sendo que os couros que ingressam devem sair novamente.

No Uruguai não existem normativas que determinem a porcentagem aceitável de produto tóxico que pode conter a totalidade dos resíduos sólidos poluentes que são descartados. Entretanto, para os resíduos líquidos, existem normas específicas.

4.2.1 Dados de abate de gado

Segundo a **ETAPA 1** (item. 3.2.1.2.1), em geral o maior porcentagem de abate de gado se realiza de forma controlada.

Os dados que se conseguem são de abate de cabeças de gado, que estão diretamente relacionados ao número de couros para curtir, e estes exportam-se curtidos (Tab. 4.25).

Observa-se que houve um aumento de 1% no valor médio do abate de gado nos últimos 5 anos em relação ao valor médio anterior, ou seja, um crescimento quase nulo. Também os abates controlados aumentaram em relação aos abates não controlados.

TABELA 4.25 Abate controlado e não controlado de bovinos nos últimos dez anos. (INAC y DICOSE).

Ano	Abate controlado	%	Abate não controlado	%	total	%
1984	1 206 667	83,11	245 241	16,89	1 451 908	100
1985	1 301 868	84,53	238 171	15,47	1 540 039	100
1986	1 352 543	85,84	223 069	14,16	1 575 612	100
1987	1 051 167	86,27	167 255	13,73	1 218 422	100
1988	1 258 260	89,28	151 009	10,72	1 409 269	100
V. médio	1 234 101	85,81	204 949	14,19	1 439 050	100
1989	1 681 268	92,49	136 552	7,51	1 817 820	100
1990	1 407 509	91,34	133 498	8,66	1 541 007	100
1991	1 144 143	90,74	116 712	9,26	1 260 855	100
1992	1 221 214	91,55	112 775	8,45	1 333 989	100
1993	1 195 187	90,88	119.915	9,12	1 315 102	100
V. médio	1 329 864	91,4	123 890	8,6	1 453755	100
%	7.76	6.5	-39.5	-39.5	1.02	100



FIGURA 4.15 Abate de gado

4.2.2 Cálculo de resíduos produzidos no processo do curtimento do couro e localização geográfica

A Fig. 4.15 mostra, de forma esquemática, os resíduos produzidos no processo de curtimento do couro.

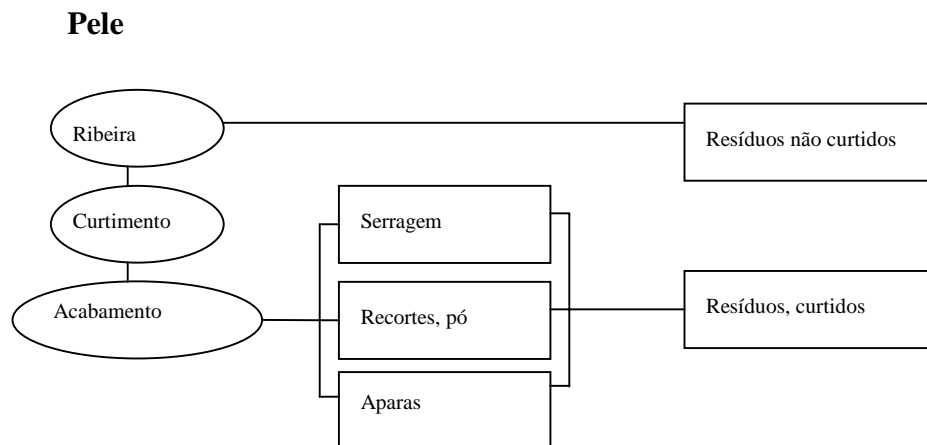


FIGURA 4. 16 Processo de transformação da pele e geração de resíduos sólidos após curtimento.

Segundo a **ETAPA 3** (item 3.2.1.2.2), na instituição mista (LATU) obteve-se que exportação total de unidades de couro curtido, no ano 1993, foi de 1 802 677, e que os couros importados em admissão temporária foram de 260 000 unidades, ou seja, estas últimas unidades estão incluídas na exportação total. Destas últimas unidades, só receberam algum tipo de tratamento 208 502 unidades. As unidades restantes entraram para confecção diretamente, já que são couros terminados que já vem cortados para serem armados no Uruguai, não gerando resíduos. Portanto, resultam 1 799 684 unidades que foram processadas, gerando resíduos. Deste total, 1 591 182 podem ser separadas em couros flor terminados, aos quais realizou-se o processo total de curtimento. Estes geram, a nível nacional, 11 050 toneladas de resíduos. E dos couros que ingressam em admissão temporária, só foram considerados aqueles em que se fez necessário algum processamento, produzindo resíduos dos distintos tratamentos, obtendo-se 253 toneladas de resíduo.

Segundo a **ETAPA 4** (item 3.2.1.2.2), obteve-se dados de quantidade de resíduos em todo o país. Pela análise destes dados, pode-se dizer que a maior parte da produção de resíduos encontra-se no departamento de Montevideo, já que a maioria dos curtumes localizam-se neste departamento. Porém existe um curtume importante, cuja produção representa 40% do total, que encontra-se no Departamento de Paysandu, sobre o rio Uruguai. Portanto, tem-se 11 303 toneladas de resíduos produzidos a nível nacional, dos quais 4 521 toneladas se produz no departamento de Paysandu e 6 782 toneladas se produz no departamento de Montevideo (Tab. 4.26 e Fig.416).

No Uruguai o emprego, ainda em pequena escala, dos resíduos sólidos de curtumes provenientes do rebaixe e pó é feito pelas fábricas de blocos artesanais. Este resíduo é misturado nos materiais que conformam o tijolo. O restante do resíduo sólido é geralmente jogado nas lixeiras municipais, no campo ou em arroios.

TABELA 4.26 Resíduo sólido produzido no processo de curtimento ao cromo, em toneladas anuais. (LATU 1993)

Couros flor elaborados	Couros	Quantidade (unidades)	0.028 tons (por pele) v.médio	Serragem 0.099 tons (por pele)	Retalho 0.115 tons (por pele)	Pó 0.002 tons (por pele)	Aparas couro acabado 0.032 tons (por pele)	Resíduos tons.
	couro terminado	1 591 182	44 553	4 411	5 124	89	1 426	11050
	Subtotal	1 591 182	44 553	4 411	5 124	89	1 426	11050
Couros por Admissão temporária	couro semi-terminado	199 449	5 585	-----	-----	11	179	190
	couro wet-blue	4 343	122	12	14	0.2	4	30.2
	couros piquelados	4 720	132	13	15	0.3	4	32.3
	Subtotal	208 502	5 839	25	29	11.5	187	253
	Total	1 799 684	50 392	4 436	5 153	100.5	1613	11303



FIGURA 4.17 Localização geográfica dos curtumes.

4.3. FLORESTAÇÃO

Segundo dados obtidos na publicação “Uruguai Proyecto Regional de Alternativas para la Inversión Forestal”, este é um país com um forte crescimento em áreas florestadas, encontrando-se num período de ajuste no perfil produtivo, passando de uma produção destinada ao mercado interno, para uma produção com vistas a comercializar com países limítrofes. Os processos de abertura e integração comercial provocaram a eliminação de alguns setores de produção, como o da indústria de elaboração e transformação, placas aglomerados e móveis, promovendo outros.

Dentro dos bosques artificiais, as espécies cultivadas são várias, sendo que as que tem maior área cultivada são os pinos e eucaliptos, com 165 973 hectares plantados de eucaliptos e 30 454 hectares de pinos. Excluindo os montes naturais, protegidos para sua conservação, 67% do total artificial são bosques de produção e 33% são bosques que servem para proteção de gado e fixação de dunas. Dos 67% dos bosques de produção, 19% é destinado para serraria (Tab. 4.27).

TABELA 4.27 Censo área de florestação - bosques artificiales (hás cultivadas). 1985 - 1993. Dirección forestal. División planeamiento.

Depto Situação	PINOS		EUCALIPTOS		TOTAL
	A 1985	B 1993	A 1985	B 1993	
Artigas	9	0	5804	0	5813
Canelones	1595	73	6190	2153	10011
C.Largo	165	0	6509	1290	7964
Colonia	568	186	2289	305	3348
Durazno	200	56	6688	5120	12064
Flores	0	0	2335	20	2355
Florida	84	0	7116	2563	9763
Lavalleja	116	37	6818	4773	11744
Maldonado	1475	15	4692	1301	7483
Montevideo	585	25	678	71	1359
Paysandu	2773	2362	9805	10159	25099
R.Negro	1443	1101	6137	15727	24408
Rivera	1621	5664	8082	8142	23509
Rocha	7213	52	6570	1709	15544
Salto	17	0	5777	30	5824
San José	1066	359	2480	338	4243
Soriano	0	56	3424	3853	7333
Tacuarembó	930	584	8271	4544	14329
T.Tres	24	0	4118	92	4234
Total	19884	10570	103783	62190	196420

TABELA 4.28 Extração de madeira roliça, em toneladas, e seus destinos nos últimos dez

anos. (-MIE- Balance energético nacional, -CPyT- Centro nacional de tecnologia e produtividade industrial e Direção florestal -MGAYP-)

Item Ano	Madeira para serrar	Madeira para polpa	Poste, estaca	Outras	Total madeira roliça para indústria	Lenha	Carvão	Total madeira roliça
1983	19680	90860	36720	8000	155260	1641000	0	1796260
1984	72560	117950	35200	0	225710	1730400	0	1956110
1985	70730	91880	36800	0	199410	1844790	19710	2063910
1986	262045	116327	36500	0	414872	1928244	36756	2379872
1987	377586	121737	36500	0	535823	1975840	35160	2546823
V. médio	160520	107751	36344	1600	306215	1824055	18325	2148595
1988	413192	114300	35000	0	562492	763420	41580	2367492
1989	381097	98000	35200	0	514297	1658420	41580	2214297
1990	510873	92353	36000	0	639226	1767800	19200	2426226
1991	458047	157717	34200	0	649964	1852222	24798	2526984
1992	600125	160000	33500	0	793625	1860000	25200	2678825
V. médio	472667	124474	34780	0	631920.	1580372	30471	2442765
%	194.46	15.52	-4.30	-100	106.36	-13.36	66.28	13.69

Segundo a **ETAPA 2** (item 3.2.1.3.1), realizou-se o gráfico da Fig. 4.18, no qual observa-se com clareza o aumento da produção de madeira para serrar.

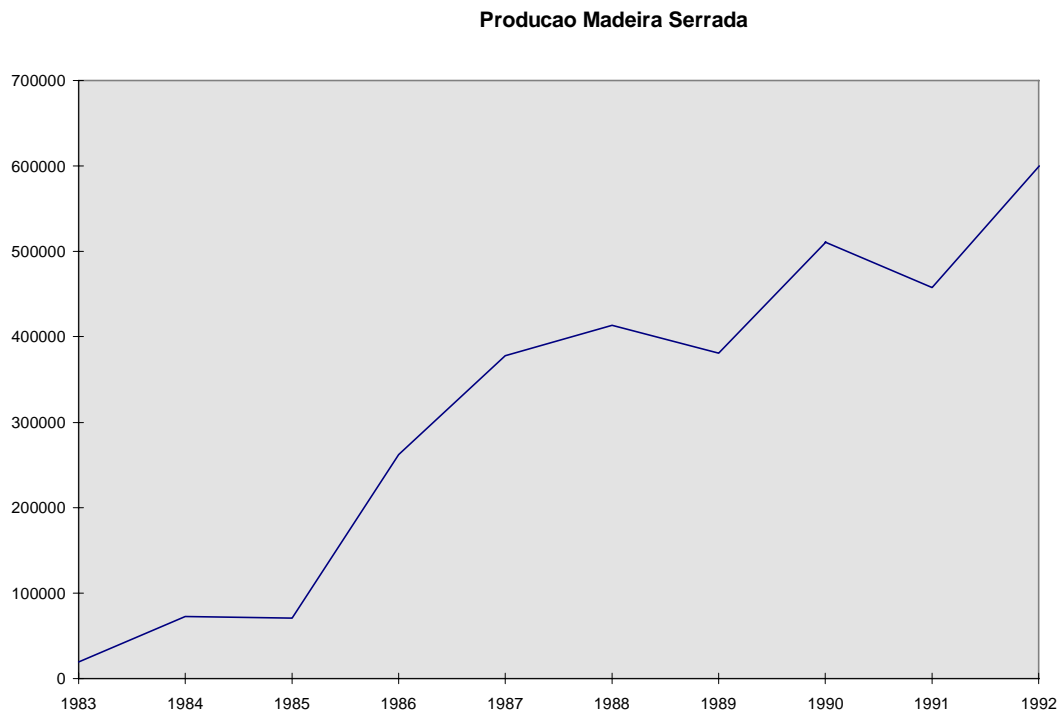


FIGURA 4.18 Produção de madeira serrada

Segundo a **ETAPA 3** (item 3.2.1.3.1), as plantações encontram-se em todo o país, com projeções em distintas áreas (Fig.4.19).

4.3.1 Cálculo de produção e localização geográfica

Segundo a **ETAPA 1** (item 3.2.1.3.1), do total de madeira roliça – 2 442 765 toneladas, 28% foi destinado para a indústria – 631 920 toneladas, e 72% para combustível – 1 810 845 toneladas (Tab.4.28 e 4.29).

Obteve-se um aumento de 106.36% do valor médio de produção de madeira roliça para a indústria nos últimos 5 anos, em relação ao valor médio anterior.

A produção de madeira para a indústria tem distintos destinos: para a fabricação de postes e estacas, madeira para polpa e madeira para serrar. Para esta última atividade destinou-se a maior porcentagem do produzido - 18.59% do total de madeira roliça (472

667 toneladas), tendo acusado um aumento de 172.86% nos últimos 5 anos, em relação aos anteriores.

É notório que o maior consumo da madeira produzida foi para gerar energia, na forma de lenha e carvão sendo que a lenha, que possui o maior consumo, teve um decréscimo de 17.54%.nos últimos 5 anos, em relação ao anterior.

TABELA 4.29 Extração de madeira roliça, em porcentagem, e seus destinos nos últimos dez anos. (MIE, Balance energético nacional, -CPyT- Centro nacional de tecnologia e produtividade industrial e Direção florestal -MGaYP-)

Item/ano	Madeira para serrar	Madeira para polpa	Poste, estaca	Outras	Total madeira roliça para indústria	Lenha	Carvão	Total madeira roliça
1983	1.10	5.06	2.04	0.45	8.64	91.36	0.00	100
1984	3.71	6.03	1.80	0	11.54	88.46	0.00	100
1985	3.43	4.45	1.78	0	9.66	89.38	0.95	100
1986	11.01	4.89	1.53	0	17.43	81.02	1.54	100
1987	14.83	4.78	1.43	0	21.04	77.58	1.38	100
V. médio	6.81	5.04	1.71	0.09	13.66	85.56	0.77	100
1988	17.18	6.29	1.46	0	24.93	73.34	1.73	100
1989	16.53	8.19	1.53	0	26.25	71.94	1.80	100
1990	20.50	6.36	1.44	0	28.30	70.93	0.77	100
1991	17.33	10.36	1.29	0	28.98	70.08	0.94	100
1992	21.45	9.99	1.20	0	32.63	66.47	0.90	100
V. médio	18.59	8.23	1.38	0	28.21	70.55	1.23	100
%	172.86	63.38	-19.35	-100	106.54	-17.54	58.65	0



FIGURA 4.19 Localização geográficas das plantações

4.3.2 Cálculo dos resíduos de serrarias e localização geográfica

A Fig. 4.20 mostra, de forma esquemática, os resíduos produzidos a partir do processamento da madeira.

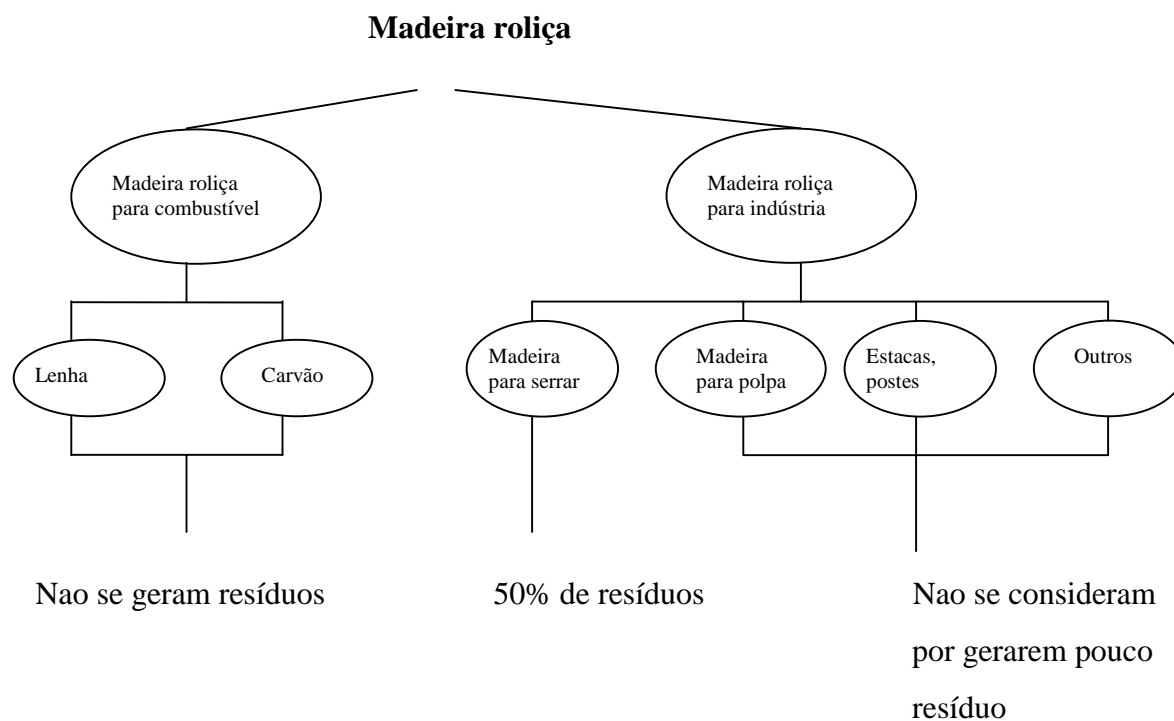


FIGURA 4.20 Resíduos da produção de madeira

Segundo a **ETAPA 4** (item 3.2.1.3.2), a porcentagem para o cálculo dos resíduos de madeira serrada é 50%. Obtém-se as quantidades de toneladas de madeira serrada anualmente da Tab.4.29, já que esta produção está dirigida principalmente à venda de madeira serrada. Com os valores anuais da produção dos últimos dez anos, calculou-se valores médios de cinco em cinco anos, obtendo-se o último valor médio de 236 334 toneladas de serragem. Este resíduo teve aumento de 194.46% do valor médio de resíduo nos últimos 5 anos, em relação ao valor médio anterior (Tab. 4.30).

TABELA 4.30 Produção de resíduos de serragem, nos últimos dez anos, em toneladas

Item/ano	Vol. a serrar	Resíduo (50%)
1983	19 680	4 920
1984	72 560	36 280
1985	70 730	35 365
1986	262 045	131 022.5
1987	377 586	188 793
V. médio	160 520	80 260
1988	413 192	206 596
1989	381 097	190 548.5
1990	510 873	255 436.5
1991	458 047	229 023.5
1992	600 125	300 062.5
V. médio	472 667	236 334
%	194.46	194.46

Obtiveram-se também (no censo realizado em 1992) as quantidades de toneladas de madeira serrada por mês. Foi realizada uma divisão das serrarias por quantidades de toneladas de madeira processada, que variaram de 1 900 a menos de 180 toneladas mensais (Tab. 4.31). Estas estão situadas em todo o país. Nesta tabela estão os dados obtidos de quantidades de resíduos por mês e por ano no Uruguai que são, respectivamente, 10 082 toneladas e 120 984 toneladas.

TABELA 4.31 Quantidades de resíduos das serrarias produzidos por mês e por ano em toneladas -1992. (MGAYP, OEA,)

Quant.serraria total no país	Madeira processada tons / mês	Valor médio tons/mês	Resíduo tons/ mês 50%	Resíduo tons/ano 12 meses
3	614-1900	1257	1886	22632
14	361-640	500.5	3507	42084
17	181-360	270.5	2304	27648
53	< de 180	90	2385	28620
Total			10 082	120 984

Segundo a **ETAPA 5** (item 3.2.1.3.2) e dados da Tab. 4.32, o país foi dividido em

três zonas de localização: uma é o limite com Brasil, outra é o limite com Argentina e outra é o departamento Maldonado e Lavalleja, sendo que estes últimos dedicam-se mais à indústria da construção. As primeiras zonas são as que estão vinculadas às serrarias e plantações com o objetivo de exportação da madeira serrada, sendo o departamento de Paysandu o que tem maior quantidade de resíduo, com 769 80 toneladas anuais (Fig.4.20).

TABELA 4.32 Situação geográfica dos resíduos das serrarias -1992. (MGAYP, OEA,)

Madeira processada tons/ mês	Valor médio ton/mês	Resíduo tons/ mês 50%	Rivera			Paysandu			Maldonado		
				mês	ano		mês	ano		mês	ano
614-1900	1257	629	-	-	-	3	1887	22644	-	-	-
361-640	500.5	251	6	1503	18036	8	2008	24096	-	-	-
181-360	270.5	135	3	405	4860	12	1620	19440	2	270	3240
< de 180	90	45	11	495	5940	20	900	10800	22	990	11880
Total					28836			76980			15120



FIGURA 4.21 Localização de serrarías

5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados se divide em três pontos: a) seleção por quantidades (em tons.) e periculosidade do resíduo e não do material com o resíduo incorporado b) identificação daqueles resíduos com potencialidade de uso como agregado ou no desenvolvimento de um produto e c) avaliação econômica do resíduo selecionado.

5.1 SELEÇÃO POR VOLUMES E UTILIZAÇÕES NO URUGUAI

Os dados de produção, os cálculos sobre quantidade de resíduos do campo e industriais dos cultivos cerealíferos (arroz, trigo, milho, cevada), do couro e florestação podem ser visualizados na Tab. 5.1 e Fig. 5.1.

Tem-se que a maior produção de *resíduo do campo* é gerado pelo cultivo cerealífero do arroz, sendo de 382 548 toneladas. Com relação, às quantidades (em toneladas) dos *resíduos* produzidos depois de um *processo industrializado*: o de maior quantidade dos cultivos cerealíferos é o arroz, com 107 971 toneladas, e dos demais produtos é o resíduo de serragem da madeira, com 120 984 toneladas.

TABELA 5.1 Resíduos de campo e industriais, dos três setores estudados - cereais, couro, florestação, 1993-1994.

Origens do resíduo	Produção (tons.)	Resíduos gerados no campo (tons anuais)	Resíduos industriais (tons anuais)
Arroz	624 058	382 548	107 971
Trigo	340 900	340 900	0
Cevada	314 300	377 160	51760
Madeira	241 968	-----	120 984
Milho	128 299	256 598	0
Couros	50 392	-----	11 303
Total	1 699 917	1 357 206	292 018

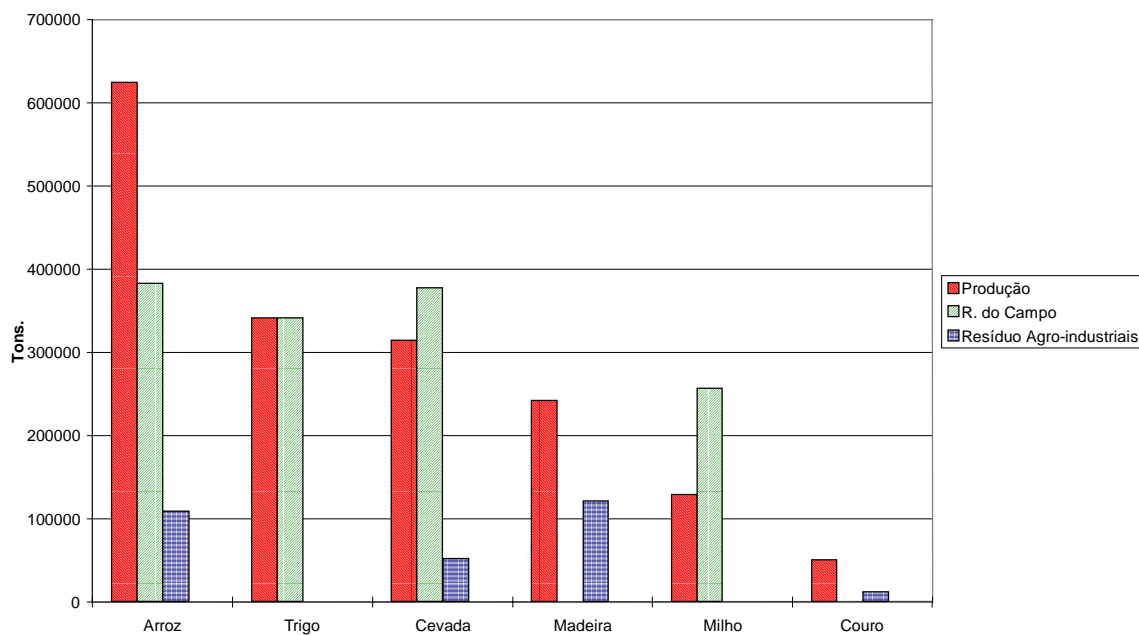


FIGURA 5.1 Produção e geração de resíduos, em toneladas, (1993-1994).

Na tabela 5.2 e Figura 5.2. pode-se visualizar as porcentagens com que cada um participa, dentro do total dos resíduos. Estes são: 41% produzido pela serragem da madeira e 37 % pelo arroz (Tab. 5.2 e Fig. 5.2), sendo a menor porcentagem de todos os resíduos resultantes do processamento do couro.

TABELA 5.2 Resíduos agro-industriais e suas porcentagens do total

Origens do resíduo	Resíduos agro-industriais tons anuais	%
Madeira	120 984	41
Arroz	107 971	37
Trigo	0	0
Cevada	51 760	18
Couros	11 303	4
Milho	0	0
Total	292018	100

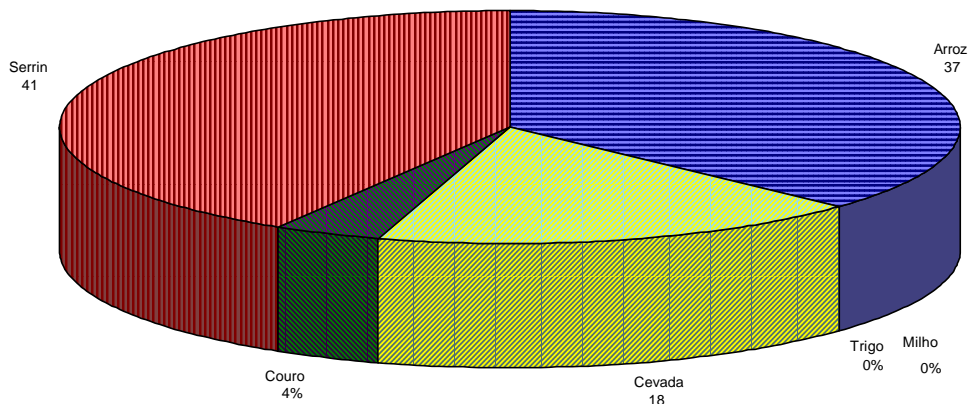


FIGURA 5.2 Produção relativa, em porcentagem, dos resíduos agro-industriais gerados no Uruguai (1993-1994)

No processo agro-industrial, alguns destes resíduos geram matéria prima para outros produtos. Nestes casos, o resíduo, cuja reutilização é garantida, passa a ser considerado um subproduto. No caso dos cultivos cerealíferos tem-se os resíduos do arroz, gerados no processo de industrialização, resultando a casca cujo emprego é de 28.9%, restando 71% que são descartados (76 719 toneladas). Este descarte normalmente é realizado nos campos ou na beira de arroios.

A tabela. 5.3 e a Figura. 5.3. apresentam os usos dos resíduos dos processos industriais no Uruguai. Os resíduos dos cultivos de milho e trigo são subprodutos ou matéria prima para produtos alimentícios de animais ou humanos.

A maior produção da madeira é para exportação, que é realizada com a madeira serrada, produzindo aproximadamente 121 000 toneladas anuais de serragem como resíduo.

No caso de resíduo do arroz, a casca, a indústria da construção consome 14.6% (15 769 toneladas empregada na produção do cimento portland nos departamentos de Lavalleja

e Rocha), para combustível 14.3%, restando 71% que são descartados (76 719 toneladas).

Do processo de industrialização da cevada são gerados 21,5% (11 115 toneladas de resíduos), considerados subprodutos utilizáveis para a alimentação, e 78,5% (40 645 toneladas) não utilizáveis, permanecendo como resíduo.

No processo do curtimento dos couros são produzidos 11 303 toneladas anuais de resíduos, sendo quase 100% descartável, normalmente em depósitos de lixo municipais.

TABELA 5.3 Origem dos resíduos agro-industriais, quantidades em toneladas e porcentagens com destinação

Origens do Resíduo	Tons.	%	Alimentação	%	Indústria da Construção	%	Outras	%	Descarte	%
Madeira	120 984	100	0	0	0	0	0	0	120 984	100
Arroz	107 971	100	0	0	15 769	14.6	15 483	14.3	76 719	71
Cevada	51 760	100	11 115	21.5	0	0	0	0	40 645	78.5
Couros	11 303	100	0	0	0	0	0	0	11 303	100
Trigo	0	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----
Milho	0	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----

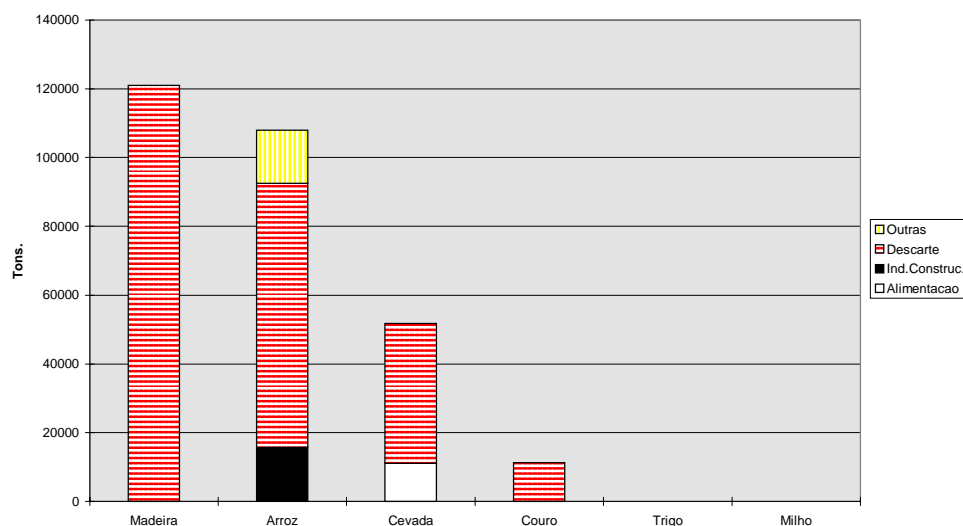


FIGURA 5.3 Utilização dos resíduos

Na medida em que se foi desenvolvendo esta pesquisa, realizou-se uma revisão bibliográfica das possibilidades de uso dos resíduos dentro da indústria da construção, e, paralelamente, levantando o tipo de uso que é dado a estes no Uruguai.

A maior quantidade de resíduo gerado no período de 1983 a 1993 foi o de florestação. Este resíduo, anteriormente, foi empregado no Uruguai na realização de placas aglomeradas e compensadas. Atualmente, por ser mais econômico, estes produtos são importados do Brasil, apesar da serragem ser um material com uma grande potencialidade de uso.

De acordo com a revisão bibliográfica (Cap. II), o resíduo mais prejudicial à saúde humana é o produzido no processo de curtimento dos couros. A eliminação do mesmo é feita pela queima ou disposição nas lixeiras. Qualquer das formas empregadas em sua eliminação prejudica a saúde humana, já que produz poluição através dos gases tóxicos na queima ou contaminação quando a chuva cai sobre o CrIII, gerando a lixiviação do mesmo e contaminando o lençol freático. Este resíduo tem potencialidade de uso nos produtos para a indústria da construção, desde que sejam feitas verificações do ponto de vista ambiental para estudar se existe risco à saúde humana.

De acordo com a revisão bibliográfica, o descarte do resíduo do arroz (casca) produz poluição e contaminação, tanto pela queima dos mesmos como pelo seu descarte. Também o resíduo do arroz (a casca e a cinza da queima da casca) tem uma grande potencialidade de uso na indústria da construção. A cinza tem sido empregada na produção de argamassas, concretos e cerâmicas.

Considerando só estes resíduos, as porcentagens com que cada um participa são: 91% de casca de arroz e 9% de resíduos de couro curtido ao cromo (Fig.5.4).

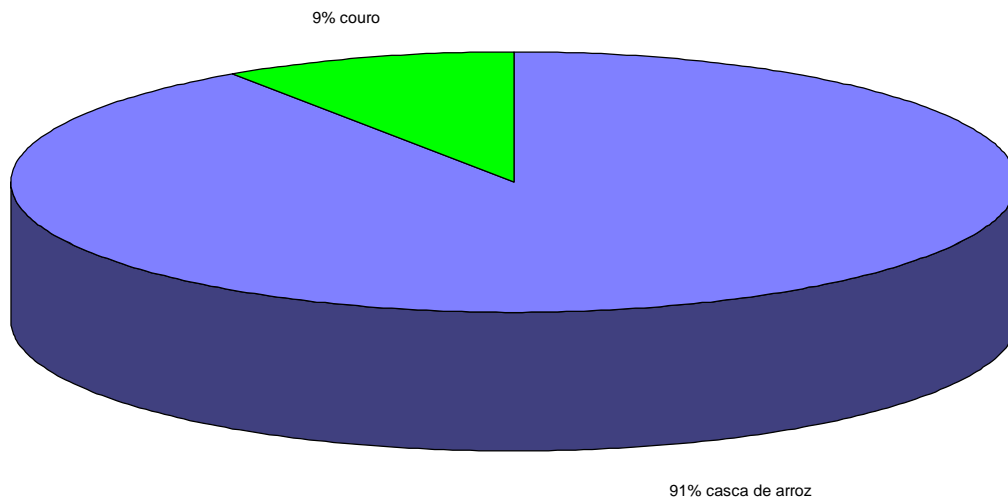


FIGURA 5.4 Produção relativa (em porcentagem) dos resíduos da casca de arroz e de couro

5.2 POSSIBILIDADE DE USO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Para realizar um estudo da possibilidade de utilização dos resíduos, buscou-se embasamento na bibliografia (Cap. II), na qual se obtém critérios gerais de avaliação dos mesmos.

De acordo Emery (1978), “baseado nos estudos da OECD e da RILEM podem ser desenvolvidos critérios gerais para a avaliação dos resíduos para o emprego na engenharia civil”, que encontram-se descritos a seguir:

a) A quantidade disponível num local deverá ser suficiente para justificar o sistema de manuseio, processamento e transporte.

b) As distâncias de transporte envolvidas devem ser razoáveis em termos competitivos com os materiais convencionais.

c) Os materiais não devem ser potencialmente nocivos durante a construção ou posteriormente a sua incorporação na estrutura.

Ao usar estes critérios e constatada a viabilidade técnica da utilização do resíduo, é possível desenvolver os seguintes grupos para avaliação global do mesmo:

a) Materiais com potencial de aplicação máxima. Possuem as melhores propriedades tanto na sua ocorrência natural como na forma processada ou combinada e que tenham registrado um desempenho satisfatório.

b) Materiais que requerem um processamento mais extensivo e/ou quando suas propriedades não são tão adequadas quanto aos descritos no item a.

c) Materiais que se mostram menos promissores dos que os descritos nos itens a e b, recomendados somente para casos isolados.

d) Materiais que se mostram pouco promissores como materiais para a construção civil.

Portanto, tendo como base os critérios acima, os resíduos identificados no Uruguai possíveis de serem utilizados encontram-se classificados na tabela 5.4.

TABELA 5.4 Classificação dos resíduos do trabalho de acordo com a proposta

Grupo	Resíduo
a	casca de arroz
b	couro curtido
c	cevada
d	

A Tabela 5.5 apresenta as possibilidades de emprego dos resíduos selecionados. Esta tabela foi elaborada após a revisão bibliográfica e levantamento de dados realizado no Uruguai.

TABELA 5.5 Emprego real, na indústria da construção, dos resíduos do cultivo de arroz e resíduos do couro curtido ao cromo.

Utilização	Outros países (Ref.bibl.)			Uruguai		
	casca de arroz	cinza de arroz	Couro	casca de arroz	cinza de arroz	couro
Combustível	◆			◆		
Cerâmicos	◆		◆	◆		
placas aglomeradas isolantes acústicas e térmicas			◆			●
revestimentos, paredes, divisórias, mobiliário			◆			●
Aterros de terrenos				◆		◆
Blocos	◆	◆		●		
Cimento		◆	◆	◆		
Mistura com gesso concretos leves	◆		◆	●		●
isolantes térmicos e acústico	◆		◆	◆		●
unidades de alvenaria	◆	◆	◆	◆	●	◆
Argamassas com cal		◆			●	
Argamassas de cimento		◆			●	
Argamassas de cal e cimento		◆			●	
Revestimentos pisos			◆			●
Concretos especiais		◆			●	
Placas		◆			●	
Microfiller em borrachas e plásticos		◆			●	
Areias	◆			●		
indústria de aço		◆				
Cimento de cor		◆			●	
Pisos		◆	◆		●	●
melhoramento de outros materiais como isolante	◆		◆	●		●

REFERENCIAS

- ◆Real
- Potencial

5.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS RESÍDUOS TECNICAMENTE VIÁVEIS NO URUGUAI

5.3.1 Valor equivalente da cinza de casca de arroz

Baseando-se na pesquisa de Isaia (1994) sobre adições de CCA em concretos, foi plotado um diagrama dos dados obtidos por este autor (Fig.5.5.), onde obtém-se as resistências, os valores da relação água/aglomerante e a quantidade de cimento necessário para a obtenção de determinada resistência. No quadrante superior à direita tem-se as representações gráficas das resistências características. As diferentes curvas representam o concreto padrão e os concretos com substituição de 10%, 20% e 30% da massa do cimento por cinza do casca de arroz. No quadrante inferior à direita encontram-se graficados os distintos traços e no quadrante inferior à esquerda os consumo de cimento para cada mistura.

O procedimento adotado para realizar a análise econômica comparativa foi o seguinte: para obter uma resistência de 70 MPa pode-se empregar 614 kg de cimento sem adição de CCA. A mesma resistência pode-se obter com 400 kg de cimento e a adição de 10% de cinza da casca de arroz (ou seja, 40 kg de cinza). Portanto, tem-se que 214 kg de cimento (que é a diferença entre 614 kg e 400 kg) tem um custo equivalente a 40 kg de cinza de casca de arroz.

Considerando que um saco 50 kg de cimento tem um valor de 8 dólares, os 214 kg de cimento custam 34,24 dólares americanos, sendo adotado como custo equivalente a 40 kg de cinza de casca de arroz, ou seja, 1 kg de cinza de casca de arroz possui o valor potencial de 0,85 centavos de dólares americanos.

Através da figura 5.5, seguindo o mesmo procedimento, poderia ser obtida a mesma resistência de 70 MPa com 350 kg de cimento e 70 kg de cinza, ou seja, uma adição de 20% de cinza. E também com 240 kg de cimento e 72 kg de cinza, ou seja, 30% de adição de cinza (Tab.5.6).

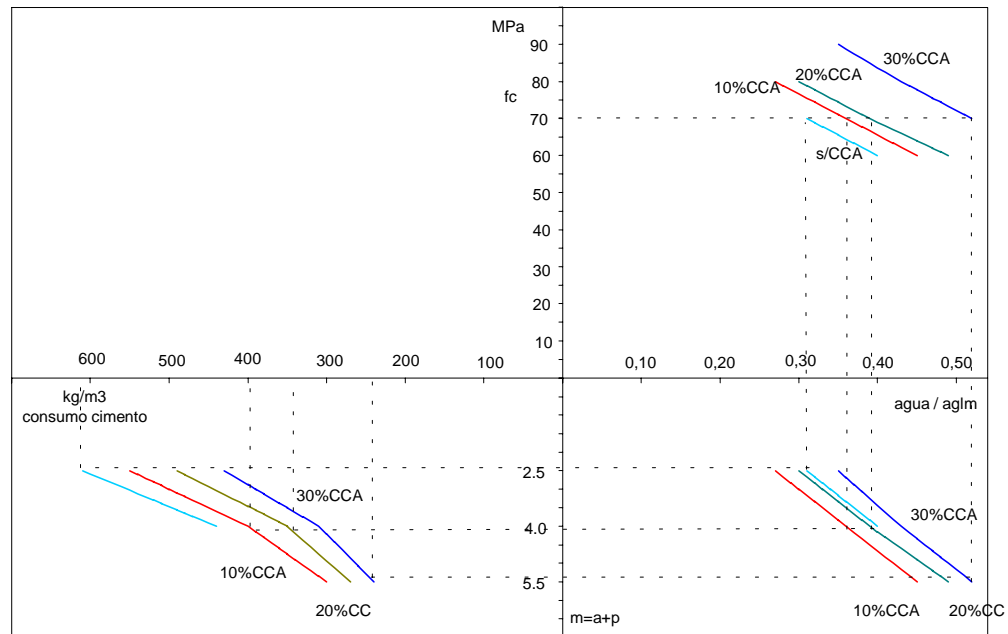


FIGURA 5.5 Gráfico de dosagem para concretos com e sem adições de cinza de casca de arroz

TABELA 5.6 Obtenção da mesma resistência com diferentes adições de cinza de casca de arroz

Resistência à compressão (MPa)	Ref.	Consumo kg/m^3									
		10%CCA			20%CCA			30%CCA			
		Cim	CCA	Custo Eq. U\$U	Cim	CCA	Custo Eq. U\$U	Cim	CCA	Custo Eq. U\$U	
60	440	0	300	30	25,50	260	52	44,20	---	---	---
65	560	0	350	35	29,75	310	62	52,70	---	---	---
70	614	0	400	40	34,24	350	70	59,50	240	72	61,20
75											

A partir destas considerações e dados obtidos por Isaia (1994), foi gerada a tabela

5.7, onde observa-se que além dos ganhos na resistência mecânica, pode-se obter um aumento da durabilidade de concretos armados, medida através do ensaio de penetração de cloretos, que fornece a carga elétrica após 6 horas de ensaio. Enquanto para concretos sem adição de CCA a penetração de cloretos medida é de 1660 coulomb, para os concretos com adição de 10, 20, 30% de cinza de casca de arroz passa a ser de 980, 720 e 0 coulomb, respectivamente.

MPa	Ref Coulomb	10% CCA	20% CCA	30% CCA
60	1740	1200	1000	--
65	1700	1060	800	---
70	1660	980	720	----
75	1620	880	580	400

5.3.2 Valor equivalente dos resíduos couro

Não foi possível o desenvolvimento do custo equivalente na substituição de um material pelo resíduo do couro, já que os estudos realizados com este material são ainda muito incipientes e pouco conclusivos, conforme descrito no capítulo II.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo global detectar quais são os resíduos agro-industriais possíveis de serem utilizados, do ponto de vista técnico e econômico, na indústria da construção Uruguaia.

Para isto, desenvolveram-se objetivos parciais como a identificação dos produtos agro-industriais (feita através de uma seleção prévia destes, de acordo com os volumes de sua produção, degradação rápida e agressividade ao meio ambiente), determinou-se o estudo dos cultivos cerealíferos -arroz, trigo, milho, cevada cervejeira-, couros e florestação e sua localização geográfica, analisou-se os antecedentes bibliográficos de utilização de resíduos agro-industriais na indústria da construção, calculou-se os resíduos de campo e os produzidos no processo de industrialização, identificando sua localização geográfica, selecionou-se os produtos prejudiciais ao meio ambiente e aqueles que produzem resíduos em maior quantidade de toneladas, identificou-se os resíduos mais adequados para utilização como agregado, aglomerante ou adição no desenvolvimento de um produto, finalizando com a identificação do valor econômico potencial que pode possuir o resíduo.

Baseado no trabalho realizado para o período de 1983 a 1993, pode-se concluir que:

A . COM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS

A maior produção decorrente do cultivo de cereais é a do arroz, com 624 058 toneladas, seguida pela do trigo, com 340 900 toneladas, cevada, com 314 300 toneladas, e milho, com 128 299 toneladas. Quanto ao couro, a quantidade de peles produzidas anualmente é de 1 799 684. Na atividade de florestação, 472 667 toneladas de madeira são geradas para serrar.

B. COM RELAÇÃO À LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA PRODUÇÃO

A zona de maior produção do arroz encontra-se ao nordeste do país, limitando com o Brasil, enquanto que na zona sudoeste do Uruguai localizam-se as produções de trigo e

milho e na zona oeste a da cevada. Com relação ao gado e florestação, estas tem desenvolvimento em todo o território.

C COM RELAÇÃO À GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Os resíduos de campo gerados no cultivo de cereais, ordenados em forma decrescente, são os do arroz, com 382 548 toneladas, os da cevada, com 377 160 toneladas, os do trigo, com 340 900, e por últimos do milho, com 256 598 toneladas.

No processo agro-industrial, alguns destes cultivos cerealíferos geram matéria prima para outros produtos; nestes casos, o resíduo passa a ser considerado um subproduto como é o caso do trigo e do milho. No caso dos resíduos de arroz, gerados no processo de industrialização, tem-se a casca, sendo este um resíduo descartado na ordem de 71% do gerado (76 719 toneladas). Por último tem-se a cevada, que gera um resíduo não utilizável de 51 760 toneladas.

No processo de curtimento e acabamento da pele são gerados 11 303 toneladas anuais de resíduos sólidos, sendo quase 100% descartável. Em relação à florestação, a maior quantidade de resíduo produzido é na serragem da madeira para exportação, sendo este de 120 984 toneladas anuais.

D. COM RELAÇÃO À POSSIBILIDADE DE USO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO PARA GERAR NOVOS MATERIAIS OU NA MELHORIA DOS EXISTENTES.

De acordo com a revisão bibliográfica feita sobre o emprego de resíduo gerados no processo de industrialização do arroz, tem-se a casca e a cinza de casca de arroz. Com relação à casca, os materiais desenvolvidos à base de cimentos com casca de arroz são mais resistentes ao efeito térmico e a agentes químicos que os materiais convencionais, mas é necessário levar em conta a variação nas resistências à compressão dos cimentos feitos à base de casca de arroz. Com relação à cinza, pode-se dizer que a queima da casca de arroz nas temperaturas entre 500 e 700°C produz cinza com um alto conteúdo de sílica não cristalina, com características pozolânicas altamente reativa com cal e cimento. Desta forma as argamassas e concretos contendo cinzas tem melhor resistência mecânica que os sem ela, também são mais resistente ao ataque dos ácidos e, geralmente, tem maior durabilidade.

Em relação aos resíduos sólidos da pele curtida com cromo, na maior parte das pesquisas realizadas estes foram misturados com argilas, com aglomerados e ligantes, e como componente na mistura para elastômeros para a fabricação de tijolos, placas de paredes (divisórias, forros), tetos, fabricação de pisos, apresentando bons resultados de isolamento térmicos e acústicos. Mas é necessário desenvolver um estudo para comprovar se o manuseio deste resíduo não é prejudicial à saúde humana.

E. COM RELAÇÃO A QUE SE É MELHOR, DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO E AMBIENTAL, SUA UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, QUE A QUEIMA DOS MESMOS, PARA SUA ELIMINAÇÃO

No caso da casca de arroz, pode-se dizer que é melhor sua utilização na indústria da construção do ponto de vista econômico e ambiental que a queima dela, mas não foi possível aquela comprovação no caso de resíduo do couro, já que os estudos realizados com este material são ainda muito incipientes e pouco conclusivos, conforme descrito no capítulo II.

F. COM RELAÇÃO AO CUSTO EQUIVALENTE DA CINZA DE CASCA DE ARROZ

Pode-se dizer que é possível a substituição de uma parte do cimento por cinza de casca de arroz, obtendo a mesma resistência do concreto. O cimento com cinza apresenta uma maior durabilidade pois quando é atacado por cloretos estes tem uma menor penetração que com o cimento comum.

Logo a cinza, que é um resíduo prejudicial ao meio ambiente, pode ser reutilizada e convertida em um produto útil, com valor econômico.

SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

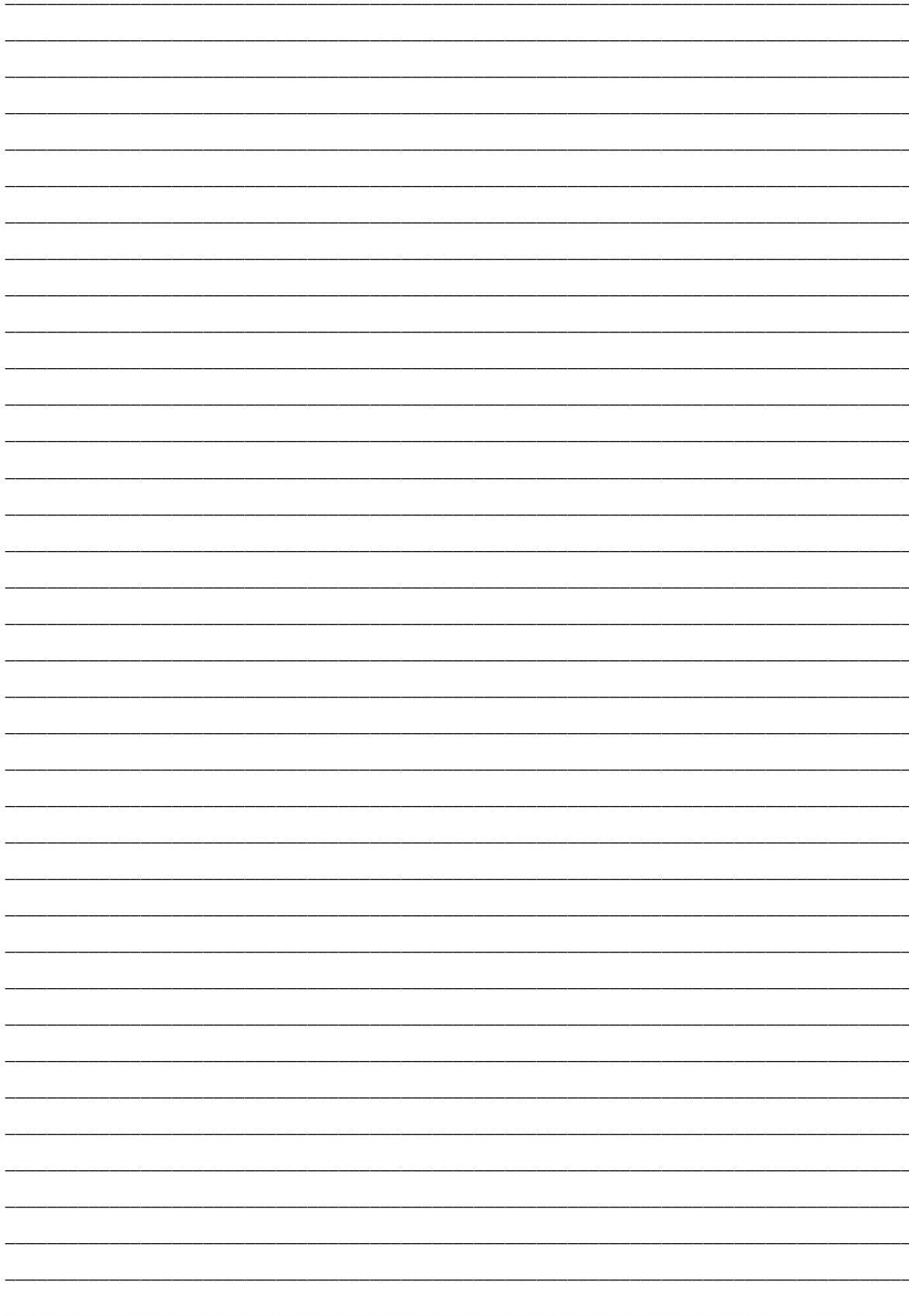
No desenvolvimento do trabalho surgiram muitos aspectos a serem estudados, ficando como sugestão:

* seguir linhas de investigação sobre emprego da cinza de casca de arroz nas argamassas e concretos, buscando a obtenção de maiores resistências e durabilidade.

* pesquisar sobre as propriedades acústicas que se obtém nas misturas de distintos materiais com resíduos sólidos de curtumes, verificando se o manuseio deste resíduo é prejudicial à saúde humana.

* pesquisar o desempenho global durabilidade resistência, propriedades acústicas e termicas) dos novos materiais quando incorpora-se resíduos.

* ampliar o leque de resíduos a serem levantados.



-

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. G. DE. **Efeito das adições minerais na resistividade elétrica de concretos convencionais.** Porto Alegre,1998. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARJAN, D. Pozzolanicity of rice husk ash. **Building Materials and Components**, v. 4, p.85-97, 1983.

ANGLADETTE, A. **El arroz;** tecnicas agrícolas y producciones tropicales. Paris: Maisonneuve et Larose. 1966. 867 p.

ALVES, R. Utilización de residuos agrícolas en Brasil. In: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE-PNUMA. **Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en América Latina y el Caribe.** México, 1986. p.307-312.

BARATELLI, L. Uso de la cáscara de arroz como combustible en la industria cementera. In: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE-PNUMA. **Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en America Latina y el Caribe.** México, 1986. p.241-246.

BOTTIN FILHO, I.A.; VENDRUSCULO, M.A. **Resíduos sólidos de curtumes e seu aproveitamento** Tópicos especiais em geotecnologia ambiental. Porto Alegre: Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. 1993

BOLETIN ESTADISTICO (DEL) BANCO CENTRAL DEL URUGUAY. Montevideo, n.169, dic.1994. 151 p.

BOZZINI, G. et al. Recupero energetico ottimizzato nel sistema conciario. **Cuoio Pelli Materie Concianti**, Napoli, v. 60, n.3, p. 263-276, 1984.

- CAZZADORI, A.; POU, R. Producción y utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en Uruguay. In: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE-PNUMA. **Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en América Latina y el Caribe**. México, 1986. p.425-430.
- CINCOTTO, M. A. **Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil**. In: TECNOLOGIA de Edificações. São Paulo: Pini: IPT, 1982. p. 71-74.
- CLAAS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre: SENAI, 1994. 664p.
- COLOQUIO INTERNACIONAL [sobre] LA VIVIENDA ECONOMICA EN LOS PAISES EN DESARROLLO: MATERIALES, TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN, COMPONENTES, 1983. Paris. 1 v.
- COLLIVIGNARELLI, C.; BARDUCCI, G. Recupero di materiali e di energia dai sottoprodotti dell industria conciaria. **Cuoio Pelli Materie Concianti**, Napoli, v. 62, n 5, p.440-468, 1986.
- COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L´UTILIZATION DES SOUS- PRODUITS ET DÉCHETS DANS LE GENIE CIVIL, 1978, Paris. Paris:Association Amicale des Ingenieurs Anciens Eleves de L´Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, 1980. 3 v.
- COMTE, P. Valorização de subprodutos de curtumes. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, v.4, n 6, p. 36-43, nov./dez. 1982
- CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIENCIA DOS MATERIAIS. 5., 1982, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1982. 2v.
- COOK, D. J.; SUWANVITAYA, P. Properties and behaviour of lime-rice husk ash cements. In: **AMERICAN CONCRETE INSTITUTE**. Fly ashes, silica fume, slag & other mineral by products in concrete. Detroit, 1983. p. 831-845. (ACI. SP, 79-

45).

COOK, D. J.; PAMA, R.P.; PAUL, B. K. Rice husk ash -lime-cement. Mixes for use in masonry units. **Building and Environment**, v. 12, p. 281-288, 1977.

DEAMBROSI, E.; LAVECCHIA, A. **Resultados experimentales de arroz**, zafra 1991/1992. Tacuarembó: Instituto Nacional Investigaciones de Arroz. 1992. 34 p.

EMERY, J. J. Utilisation des sous-produits et déchets en génie civil au Canada. In: COLLOQUE INTERNATIONAL sur **L'Utilization des sous- produits et déchets dans le génie civil**, 1978, Paris. Paris:Association Amicale des Ingenieurs Anciens Eleves de L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, 1980. 3 v. v.1, p. 17- 23.

ESTUDO de reaproveitamento. **Revista do Couro**, Estancia Velha, n. 90, p.24, jan./ fev. 1993.

FARIAS, J. S. A.; GREVEN, H. A.; RECENA, F. A. P. Cimento para alvenaria utilizando cinza de casca de arroz. In: JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 25., 1991, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1991. v. 4, p. 243-253.

FUENTES, P.; PADILLA, A.; DEL CASTILLO, L. **Desarrollo de un nuevo material compuesto para laminados**: polietileno reforzado con henequen. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales, 1979. p. 147-150.

FUENTES, P.; PADILLA, A.; LEON, A. G. **Laminados polietileno henequen**. Mexico, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales, 1981. p. 145-148.

GIUGLIANO, M.; PAGGI, A. Use of tannery sludge in bricks production. **Waste Management & Research**, v.3, p. 361-368 ,1985.

GIUGLIANO, M.; PAGGI, A. La recuperation des boues de tannerie pour la fabrication

- des brique. **Cuoio Pelli Materie Concianti**, Napoli, v. 63, n.1, p. 110-119, 1987.
- GUEDERT, L.O.; DAMO, N. B.; PRUDENCIO JUNIOR, L.R. Utilização da cinza da casca de arroz como material pozolánico para a obtenção de aglomerantes alternativos. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 7., 1989, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis : Centro Tecnológico da UFSC, 1989. 194 p. p. 152-169
- HOUSTON, D. F. Rice: Chemistry and Technology. In; **American Association of Cereal Chemists**, (AACC), USA, 1972. p. 301 - 352.
- HOZAN, D.; NAKASHIRO, M. A study on utilization of buffing dust as a stuffing material for plastic molding goods. **Hikaku Kagaku**, v. 24, n.4, p. 233-240, 1979
- ISAIA, G. C. **Efeitos de misturas binárias e ternárias de pozolanas em concreto de elevado desempenho**: um estudo de durabilidade com vistas a corrosão da armadura. São Paulo, 1995. 280 p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- ISHIHARA, N.; NAKASHIRO, M.; OKAMURA, H. Studies on the utilization of shavings dust as compound material composed of synthetic rubber and collagen fiber. **Hikaku Kagaku**, v.25, n.2, p. 95- 100, 1979.
- ISHIHARA, N.; NAKASHIRO, M.; OKAMURA, H. Utilization of shavings dust: preparation of compound materials mixings with latexes. **Hikaku Kagaku**, v.26, n.3, p. 135-141, 1980.
- ISHIHARA, N.; NAKASHIRO, M.; OKAMURA, H. Utilization of shavings dust: preparation of compound materials mixings with latexes. **Hikaku Kagaku**, v.26, n.3, p.135-141, 1980.
- INSTITUTO NACIONAL DE CARNES. Dirección de Estudios e Investigación Económica. **Anuario estadístico de existencia: faena y exportación**. Montevideo,

1985 /1995.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.

Estudo da oferta de arroz e da disponibilidade de casca de arroz. São Paulo, 1986. (Relatório IPT -DES/AEI, 24.540).

INSTITUTO EDUARDO TORROJA DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO.

Viviendas de Muy Bajo Costo. **Soluciones constructivas.** Madrid, 1985. 34 p.

THE INTERNATIONAL CONFERENCE RICE BY PRODUCTS UTILIZATION,

1974, Valencia. **Rice husk utilization.** Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimento, 1974. v. 1.

JORDAN, E. F. et al. Polymer-leather composites. I Process and location study for the deposition of selected acrylate monomers by polymerization into chrome - tanned cattlehide. **Journal of Applied Polymer Science**, New York, v. 25, p. 2621-2647, 1980.

JORDAN, E. F. et al. Polymer-leather composites. II Kinetics of the deposition of selected acrylate monomers by polymerization into chrome - tanned cattlehide. **Journal of Applied Polymer Science**, New York, v. 25, p. 2755-2776, 1980.

JORDAN, E. F. et al. Polymer-leather composites. III Morphology and water absorptivities of selected acrylic polymer-leather composite materials. **Journal of Applied Polymer Science**, New York, v. 26, p. 61-84, 1981.

JORDAN, E. F. et al. Polymer-leather composites. IV mechanical properties of selected acrylate polymer leather composite. **Journal of the American Leather Chemists Association**, Easton ,v. 26, p. 463-487, 1982.

JORDAN, E. F. et al. Polymer-leather composites. VI Mechanism of deposition of selected acrylate monomers by polymerization into 5-ounce chrome - tanned cattlehide. **Journal of Applied Polymer Science**, New York, v. 77, p. 332-357,

1982.

JORDAN, E. F. et al. Polymer-leather composites. VII Morphological and mechanical properties of selected acrylate-leather composite materials. **Journal of the American Leather Chemists Association**, Easton, v. 77, p. 508-532, 1982.

KARPUKHINA, L. et al. Etude des possibilites d`emploi des dechets de l`industrie du cuir et de la chaussure dans le batiment. **Kozhev,-obuv. Promyshl., SUN**, n. 12, p. 24-26, 1984.

LEMUS, V.; LOPEZ, H.; OLIVERA, H. Materiales a base de desechos agrícolas e industriales. In: COLOQUIO INTERNACIONAL [sobre] LA VIVIENDA ECONOMICA EN LOS PAISES EN DESARROLLO: MATERIALES, TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN, COMPONENTES, 1983. Paris. v. 1. p. 165-171.

LE PROJET Eureka “Granulates” la valorisation des boues. **Industrie du Cuir**, n. 5, p. 28-31, 1995.

MASUERO, A. B.; DAL MOLIN, D. C. C.; VILELA, A. Resíduos da industria coureira: caracterização e potencialidade de uso da cinza de serragem cromada. In: WORKSHOP RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESIDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Anais...** 25 e 26 de novembro de 1996. Departamento de Engenharia Civil PCC-USP, São Paulo. 1996. p. 61-68

METHA, P. K. Rice husk ash-a unique supplementary cementing material. In: CANADIAN CENTRE FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY – (CANMET)- **Advances in concrete technology**. Minnesota, 1972, p. 301-352.

METHA, P. K. Properties of cements made from rice husk ash. **Journal of American Concrete Institute**, Detroit, ACI, v. 74, n. 9, p. 440-442, 1977.

METHA, P. K. Energy and industrial materials from crop residues. **Resource Recovery and Conservation**, n. 2, p. 23-38, 1976.

MOHAN, D. New building materials. **Housing Science**, v.3, n.6, p. 431-436, 1979.

MOHAN, R. La producción de materiales mejorados de construcción mediante la utilización de desechos agroindustriales. In: COLOQUIO INTERNACIONAL [sobre] LA VIVIENDA ECONOMICA EN LOS PAISES EN DESARROLLO: MATERIALES, TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN, COMPONENTES. 1983, Paris. v. 1, p. 171-175.

MOHANTY, T. K. Use of rice husk ash in the manufacture of Portland cement. **Cement**, v.8, n. 1, p. 13-15, Oct. 1974.

O COURO e meio ambiente. **Revista do Couro**, n. 84, p.25-32, abr. 1992

ORGILES,A.C. et al. Adición de residuos de piel curtida al cromo a pastas cerámicas. **Boletín Técnico A.Q.E.I.C.**, v.42, n.2, p. 67-78, 1991.

ORMSBY, W.C. Utilisation des dechets et sous produits en construction routière: rapport du comité de Recherche C12 de l' O.C.D.E. In: COLLOQUE INTERNATIONAL sur L' UTILIZATION DES SOUS- PRODUITS ET DÉCHETS DANS LE GENIE CIVIL, 1978, Paris. Paris:Association Amicale des Ingenieurs Anciens Eleves de L' Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, 1980. v.1, p. 29-35.

OLIVERA JUNIOR, M. D. DE ; TOPPER, T. H. Desenvolvimento de placas aglomeradas de fibras de couro para aplicação como revestimento na construção civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIENCIA DOS MATERIAIS, 5., 1982, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre :UFRGS, 1982. 2 v. v. 2, p. 657-666.

OLIVERA JUNIOR, M. D. DE ; TOPPER, T. H. Placas conjugadas utilizando fibras de couro aglomeradas e placas de vermiculita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIENCIA DOS MATERIAIS. 5., 1982, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1982. v. 2, p. 649-656.

- PADILLA, A. et al; **Incremento de las propiedades mecánicas de tableros aglomerados por el empleo de diversos agentes.** Mexico: Universidad Nacional Autonoma De Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales., 1981. p. 283-286.
- PADILLA, A. et al; **Desarrollo de tableros aglomerados a base de fibra de henequen.** Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales, 1980. p. 253-257.
- PADILLA, A.; SANCHEZ, M.; FUENTES, P. **Determinación de la adhesión entre polietileno y fibra de henequen.** Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales. 1979. p. 155-158.
- PENAGOS, M. Una metodología para inventariar la potencialidad de residuos agrícolas y agroindustriales en Guatemala. In: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE-PNUMA. **Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en America Latina y el Caribe.** México, 1986. p.275-288.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE.- PNUMA, 1986, México. **Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en América Latina y el Caribe.** México, 1986.
- PRZYTALSKI, S. et al. Emploi des dechets de chrome dans l' industrie des materiaux de construction. **Koza u Obuca**, Polonia, v. 31, n.10, p. 229-232, 1982.
- PRZYTULSKI, S.; SUPERA, A. Possibilites d' utilization de dechets de cuir au chrome. **Przegl. Skorzany**, Polonia, v.39, n.12 , p. 297-299, 1984.
- SANCHEZ, J.; YOUNG, M.; BERISTAIN, B.; Panorama general de producción y aprovechamiento de residuos agrícolas y agroindustriales en México. In: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE.- PNUMA. **Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en América**

Latina y el Caribe. México, 1986. p.379-405.

SALAS, J. et al. Empleo de cenizas de cáscara de arroz como adiciones en morteros
Materiales de Construcción, Madrid, v. 36, n. 203, p. 21-39, jul./ago./set. 1986.

SALAS, J.; VERAS CASTRO, J. Materiales de construcción con propiedades aislantes
a base de cáscara de arroz. **Informes de la Construcción**, Madrid, v. 37, n. 372, p.
53-64, jul. 1985.

SALAS, J.; VERAS CASTRO, J.; GOMEZ, G. Hormigones con ceniza de cáscara de
arroz : influencia del curado y del agua de amasado. **Informes de la Construcción**.
Madrid, v. 38, n. 385, p. 31-49, nov.1986.

SILVA, M. B. C. DA. O concreto leve a base de casca de arroz. Porto Alegre,1998.
Dissertação em desenvolvimento (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-
Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVEIRA, A. A.; FERREIRA, A. A.; DAL MOLIN, D. C. C. A cinza da casca de
arroz como adição mineral. In: WORKSHOP RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO
DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Anais...** 25 e 26
de novembro de 1996. Departamento de Engenharia Civil PCC-USP, São Paulo.
1996. p. 39-44.

SIMONCINI, A. et al. Utilizzo dei residui solidi concianti per materiali compositi :
applicazione come componenti nelle mescole bituminose insonorizzanti. **Cuoio Pelli**
Materie Concianti, Napoli, v. 59, n.4, p. 671-680, ago.1983.

SIMONCINI, A. et al. Utilizzo dei residui solidi concianti per materiali compositi:
applicazione come componenti nelle mescole per elastomeri **Cuoio Pelli Materie**
Concianti, v. 59, n.4, p. 653-670, ago.1983.

- SIMONCINI, A. et al. Valutazione ed aspetti concreti delle alternative di utilizzazione dei fanghi di conceria. **Cuoio Pelli Materie Concianti**, Italia, v. 63, n.1, 3-20, 1987.
- SPIER, F. K. et al. Aproveitamento de resíduos sólidos curtidos ao cromo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA DO CALÇADO, 1994. Novo Hamburgo, RS. p. 46-52.
- SOARES, M. G. et al. Estudo da obtenção de aglomerado de resíduo de couro ao cromo com matriz de polietileno de alta densidade. CONGRESSO IULTCS, 22., Porto Alegre, 1993. p.501-506.
- SPRINGER, H. Aproveitamento econômico de resíduos sólidos de curtume. **Tecnicouro** Novo Hamburgo, v.8, n.2, p. 24-34 mar./abr. 1986.
- SUNDSTOL, Frik. Straw and other fibrous by products. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.19, n.1/2, p. 137-158, 1988.
- LA TANNERIE-MEGISSERIE gere ses dechets **Journal-Industrie du Cuir**, Francia, n.5, p.26-30, 1992.
- TEIXEIRA, R. C. **Estudo sobre a utilização da serragem de couro ao cromo na fabricação de artefatos**. Porto Alegre, 1985. 141p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- URUGUAI. Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias (D.I.E.A). **Censo general agropecuario 1990**. Montevideo, 1990. 239p.
- URUGUAI. Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias (D.I.E.A). **Censo general agropecuario 1980**. Montevideo, 1990. 242 p.

- URUGUAI. Ministerio de Ganaderia Agricultura y Pesca. **Uruguay: Proyecto regional de alternativas para la inversion forestal.** Washington, OEA, 1994. p. 209.
- URUGUAI. Ministerio de Ganaderia Agricultura y Pesca, Dirección de Censos y Encuestas (ex DIEA). **Arroz: cosecha 1993.** Montevideo, 1994. 6 p. (Boletin, 172).
- URUGUAI. Ministerio de Ganaderia Agricultura y Pesca, Dirección de censos y encuestas (ex DIEA). **Cultivos de invierno: Cosecha 1994/1995. Intención de siembra - cultivos de verano. Cosecha 1993/1994. Datos definitivos: área sembrada. producción y rendimiento.** Montevideo, 1994. 6 p. (Boletin, 175).
- VALORISATION des dechets de Cuir. **Schuhtechnik**, Alemania, v.85, n.12, p. 950, 1991.
- VALADEZ, E. **Determinación de los valores de resistencia ultima a la tensión de la fibra de caña, mediante el uso de la regla de mezclas.** Mexico: Universidad Nacional Autónoma De Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales, 1981. p. 287-290.
- VALADEZ, E.; VERA, R. **Optimización de procesos y propiedades en tablero aglomerado utilizando el principio de superposición tiempo-temperatura y propiedad.** Mexico: Universidad Nacional Autónoma De Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales, 1980. p. 258-261.
- VERA, R.; GARCIA, M.; TAPIA, V. **Polimerización y adhesión de materiales lignocelulocicos. Aprovechamiento de recursos naturales.** Mexico: Universidad Nacional Autónoma De Mexico, Instituto de Investigaciones de Materiales, Departamento de Polímeros.
- VERA, R.; BALLADO, D. **Elaboración de tableros aglomerados aprovechando la fibra y la resina contenidas en residuos agrícolas y forestales.** Mexico: Universidad Nacional Autónoma De Mexico, Instituto de Investigaciones de

Materiales, 1980. pag. 262-266.

WASTES and the enviroment. **The economist**. Survey, may. 29th p. 5 - 24, 1993.

WORKSHOP RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1996, São Paulo. **Anais...** Departamento
de Engenharia Civil PCC-USP, São Paulo. 1996.