

EFEITO DO HIDROXIDO DE SÓDIO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SECA DA CASCA DE GRÃO DE ARROZ

(*Oriza Sativa. L*)

JOSÉ CRISÓSTOMO GOMES DE OLIVEIRA
Engenheiro - Agrônomo - FUFPI

Orientador: CELSO LEMAIRE DE MORAES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Nutrição Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo — Brasil
MARÇO - 1980

A meus pais JOSÉ GOMES e
JUVANIRA
A memória de meu irmão
PÉRICLES e minha tia
MARIA ALVES

RELIGIOSAMENTE DEDICO

A minha esposa SOCORRO
e aos meus filhos GUTEMBERG,
CRISÓSTOMO e GUSTAVO,
pelos momentos de paz,
amor e harmonia no
decurso deste trabalho
carinhosamente

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Celso Lemaire de Moraes pelo espírito altruístico e pela orientação segura na realização deste trabalho.

A Fundação Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade oferecida para realização do Curso de Nutrição Animal e Pastagens.

Ao Professor Irineu Umberto Packer pela orientação estatística.

Ao Professor Wilson Matos pela ajuda na versão do resumo para o inglês.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da ESALQ, pelos conhecimentos transmitidos, além da amizade e dos proveitosos diálogos.

Ao colega Santiago Fariñas Jorge pelo apoio abnegado na execução do ensaio.

Ao colega Gilberto Malavasi pela hospitalidade dedicada a nossa família em Piracicaba.

Aos colegas Piauienses Humberto Coelho e Valdenir Queiroz Ribeiro pelo companheirismo e solidariedade nas ocasiões mais difíceis.

Ao colega Francisco das Chagas Estevam da Fonseca pela valiosas sugestões na interpretação e apresentação dos dados estatísticos.

Aos colegas pós-graduados, pelo excelente convívio durante o curso.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia de ESALQ, pela colaboração prestada.

A todos aqueles que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1 - Considerações Gerais	5
3.2 - Estrutura da Casca de Grão de Arroz e sua Composição Química	7
3.3 - Constituintes da Parede Celular de Forragem Grossas e sua Máxima Digestão sob Tratamento com Hidróxido de Sódio	9
3.4 - Efeito do Hidróxido de Sódio na Composição Química de Resíduos Vegetais	10
3.5 - Modo de Ação do Hidróxido de Sódio nos Constituintes da Parede Celular	12
3.6 - Digestibilidade de Resíduos Vegetais	14
3.7 - Processamento Químico de Resíduos Vegetais	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 - Local	19
4.2 - Material	19
4.3 - Delineamento Experimental	20
4.4 - Preparo da Solução	20
4.5 - Preparo das Amostras	21
4.6 - Análise de Laboratório	21
4.6.1 - Constituintes da parede celular ...	21

	Página
4.6.2 - Digestibilidade "in vitro" da matéria seca	22
5. RESULTADOS	23
5.1 - Constituintes da Parede Celular e Di- gestibilidade "in vitro" da Casca de Grão de Arroz	23
6. DISCUSSÃO	28
6.1 - Efeito do Hidróxido de Sódio Sobre os Constituintes da Parede Celular e a Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca da Casca de Grão de Arroz	28
7. CONCLUSÕES	33
8. SUMARY	35
9. LITERATURA CITADA	37
10. APÊNDICE	44

1 - RESUMO

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, estado de São Paulo, com o intento de mensurar os efeitos do tratamento químico com hidróxido de sódio da casca de grão de arroz (C G A).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com 7 (sete) tratamentos e 4 (quatro) repetições. As amostras foram analisadas de acordo com esquema proposto por VAN SOEST para determinação dos constituintes da parede celular da C G A, assim como sua digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) segundo TINNIMIT.

Os resultados indicaram que o tratamento químico com 7 (sete) níveis de NaOH promovia as mudanças nos constituintes da parede celular a seguir: Celulose (%) 44,37; 44,18; 41,84; 42,09; 40,71; 39,88 e 40,13, hemi-

celulose (%) 15,21; 16,39; 13,90; 11,46; 11,93; 13,00 e 13,49, lignina, 10,88; 11,85; 12,69; 12,55; 11,71 10,98 e 9,97. Sílica, 21,96; 19,81; 17,86; 12,91; 10,73; 5,15 e 3,80, respectivamente para os níveis de 0, 2, 4, 6, 8, 12 e 16% de NaOH/100g C G A.

A digestibilidade "in vitro" da matéria seca cresceu em: 11,40; 15,95; 24,36; 31,19; 36,19; 40,17 e 42,27, respectivamente para 0; 2; 4; 6; 8; 12 e 16% de NaOH/100g de C G A.

As mudanças foram todas estatisticamente significativas até o nível de 12% de NaOH/100g de C G A.

Outras pesquisas devem ser realizadas com esse resíduo vegetal considerando-se a escassez de informações sobre o seu tratamento químico com álcali e sua viabilidade na alimentação animal.

2 - INTRODUÇÃO

O arroz (Oryza sativa L) ocupa lugar de destaque, entre os demais cereais do nosso País, por se tratar de um alimento básico para a população brasileira. Segundo dados do IBGE (1978) a produção nacional alcançou quase que 9 milhões de toneladas. Do seu beneficiamento resultam alguns subprodutos utilizados como alimento animal, entretanto a casca do grão ainda não se definiu em termos de uso econômico, considerada na maioria das situações, como indesejável, a despeito de representar um volume de produção vegetal em torno de 20 - 24% de rendimento em casca (MACHADO, 1976).

A casca de grão de arroz apresenta uma regular disponibilidade durante o ano em consequência do beneficiamento continuado dos estoques de arroz em casca, em resposta a menor ou maior demanda do mercado consumidor. A nível de fazenda referida disponibilidade se evidencia através de verdadeiras montanhas de cascas junto as usinas de beneficiamento, obviamente onde elas se fazem presentes, cujo aproveitamento racional como alimento para ruminantes levaria em contra partida o custo nulo de transporte.

O presente trabalho tem como propósito pesquisar inicialmente, o efeito do tratamento químico da casca de grão de arroz com hidróxido de sódio no seu valor nutritivo e digestibilidade "in vitro" objetivando incluí-la entre os remanescentes de culturas de campo como palhas de cereais diversos, e outros subprodutos de mesma origem de comprovado potencial energético para alimentação animal, quando submetidos a tratamento com o citado álcali, e desse modo, viabilizar como na Índia e Egito (JACKSON, 1977) sua utilização econômica, em dieta animal, beneficiando diretamente as unidades da federação produtoras de arroz, notadamente, aquelas de recursos mais escassos, particularmente, nosso Estado do Piauí, onde pretendemos prosseguir em termos de experimentação animal o presente trabalho, que por escassez de informações básicas de literatura e resumido decurso de tempo, deixou de ser realizada.

3 - REVISÃO DA LITERATURA

3.1 - Considerações Gerais

O exame da literatura indica que a preocupação dos pesquisadores em detectar possíveis problemas e soluções para um uso mais efetivo dos resíduos vegetais, e especificamente, casca de grão de arroz com pouca informação, mas considerada resíduo no presente trabalho datam desde o início do presente século.

KOK (1944) relatava que dieta para bovinos com mais de 20% de casca de grão de arroz, causava problemas de ordem renais e ulcerações no seu trato digestivo devido ao seu alto teor de silica (material indigestível) e seu formato rígido.

Lehman (1941) citado por BLAXTER (1958) relatava que o material indigestível tinha mais influência na limitação da ingestão de alimentos do que o material digestível. Desse modo sua ação controladora da eficiência de utilização dos alimentos seria consideravelmente melhorada, por uma maior participação como componente dietético.

Balch (1950), Blaxter e Graham (1956) citados por FAHMY et alii (1968) encontraram que a Trituração de resíduos vegetais determinavam um aumento no seu consumo voluntário, em função da redução do tempo de permanência do material ingerido no rumen-retículo.

FAHMY et alii (1968) em ensaio com carneiros, mediu entre vários parâmetros, consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e ganho de peso vivo utilizando duas dietas, uma constituída de concentrado mais 33% de palha de trigo e outra com o mesmo concentrado mais 33% de casca de grão de arroz triturada. Os resultados mostravam, que os nutrientes digestíveis totais (NDT) eram maiores no grupo que recebia palha de trigo, entretanto, o ganho de peso dos carneiros alimentados com casca de grão de arroz triturado eram maiores, e não apresentavam esses animais problemas de formação de urolites.

MAKSoud (1972) considerando o formato rígido da casca de grão de arroz e seu alto teor em sílica como fatores limitantes de seu emprego na alimentação de ruminantes, conduziu ensaio com combinação de tratamentos químico, físico e mecânico, através do uso de álcali, autoclavagem e Trituração respectivamente. Os resultados mostrava uma redução em até 74% de sílica, além de uma substancial suavização do material tratado.

A ingestão de resíduos vegetais tratados quimicamente em geral aumenta em relação ao não tratado. Porém alguns dados indicam possibilidades de distúrbios para os animais que ingerem níveis elevados de NaOH. SANCHEZ (1976), em revisão sobre o assunto, relata a ocorrência de urina alcalina, diurese, osmótica e hemoglobinúria. KLOPPENSTEIN (1978) comentou dados de Rexen e Thomsen, segundo os

quais a digestibilidade "in vitro" e in vivo da palha de cerva-
vada tratada com NaOH aumentava de forma correlacionada
quando submetida a até 4% de NaOH. A partir deste nível a
digestibilidade in vitro continuou aparentemente aumentando,
enquanto a "in vivo" não mostrou a mesma tendência. Esse
comentário é também reforçado por Jaysuriya e Owen (1975) e
Klopfenstein et alii (1972) citado por JAYSURIYA (1978) que
afirmaram ter a técnica "in vitro" uma tendência de superes-
timar resposta ao tratamento de resíduos vegetais com alca-
li.

3.2 - Estrutura da casca de grão de arroz e sua composição química.

A estrutura macroscópica da casca do arroz segundo Winton (1932) citada por KOK (1944) está assim constituída: As espiguilhas são formadas por uma única flor com duas pequenas glumas vasias (G. V.), por uma gluma floral (G. F.), sem ou com arista (A) no ápice e por uma pálea (P) menor. A gluma floral tem geralmente 5 nervuras e a pálea (glumela) 3. Vistos através da lente, os invólucros florais mostram uma espécie de desenho cruzado com marcos longitudinais pronunciadas e marcas transversais mais finas.

- I - Involucros
 G V - Glumas Vasias
 G F - Glumas Florais
 P - Pálea
 A - Arista

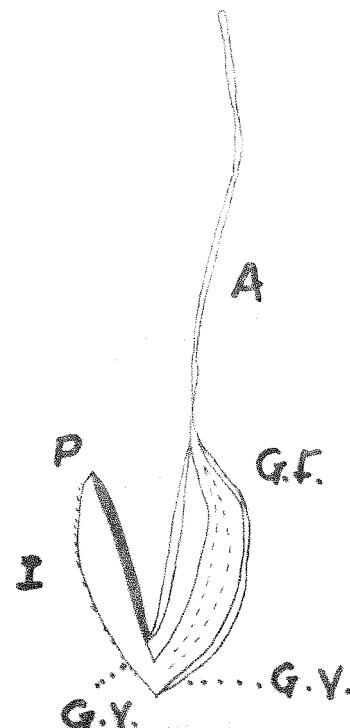


FIG. 1 Desenho esquemático da estrutura macroscópica da casca do Grão de Arroz (CGA)

A composição química da casca do grão de arroz, evidentemente, deve variar com as condições edáficas e climáticas da região onde é estabelecida a cultura.

JACKSON (1977) em detalhada revisão sobre tratamento químico de forragem sugere a composição determinada por Hutanuwatr et alii (1974) que utilizou o esquema de GOERING e VAN SOEST (1970), abaixo reproduzida, como boa referência para estudos.

Tabela 1. Composição Química da Casca de Grão de Arroz (C G A) determinada pelo esquema de Goering e Van Soest, 1970 em % da matéria seca. JACKSON (1977)

FORRAGEM GROSSEIRA	CONTEÚ DO CE- LULAR	PARADA CELULAR (N D F)	HEMI CE LULOSE	CELU LOSE	LIGNI NA	SILI CA
Casca do Grão de Arroz	14	86	14	39	11	22

3.3 - Constituintes da parede celular de forragem grossiras e sua máxima digestão sob tratamento com Hidróxido de Sódio.

O esquema básico de VAN SOEST (1963) divide a forragem em constituintes da parede celular (CC) ou fibra em neutro detergente (F N D) e conteúdo celular ou solúveis em detergente neutro. A fibra em ácido detergente (F A D) permite determinar a celulose e lignina. Para esse caso existem dois métodos, um se baseia na hidrólise da celulose com ácido sulfúrico a 72% e o outro na oxidação da lignina por permanganato de potássio. Na mesma linha pode ser determinada a cinza e isolamento da silica. Os constituintes da parede celular são a hemicelulose, lignina, proteína residual e cinza residual.

HAN (1978) relatava que o mecanismo de reação do ataque do NaOH aos componentes da parede celular dos resíduos vegetais provavelmente seria o mesmo para todos materiais tratados, e a vantagem de um em relação ao outro resideria na maior disponibilidade de carboidratos e cada material lignicelulósico tem sua peculiar característica de máxima digestão que é determinada pela interação de diversos fatores, incluindo o grau de lignificação, nível, características genéticas, disponibilidades da partícula, nitrogênio, minerais e a micro-flora ruminal.

3.4 - Efeito do Hidróxido de Sódio na composição química de resíduos vegetais

O tratamento de resíduos vegetais, com NaOH promove uma série de mudanças nos constituintes de sua parede celular.

Sharma (1974) citado por JACKSON (1977) em estudos conduzidos com palha de trigo tratada com NaOH em níveis variáveis encontrou os resultados conforme a tabela 1.

Tabela 2. Recuperação de Nutrientes e Matéria Seca da
 Palha do Trigo (g / 100 de matéria seca da
 palha sem tratamento) Sharma (1974) citado por JACKSON. (1977)

TRATAMENTO NaOH / 100 g de M. S.	(g MAIORIA SECA	CONTEÚDO CELULAR	FAREDE CELULOSE			HEMI CELULOSE	LIGNIN
			CELLULAR	CELULOSE	CELLULOSE		
0	100,00	19,70	80,30	39,40	25,50	9,6	
	82,40	7,70	74,70	36,30	24,40	7,5	
1	80,00	8,90	71,10	37,80	21,10	6,7	
2	78,70	8,00	70,80	36,80	21,60	6,4	
3	78,70	8,90	69,90	38,00	20,60	5,9	
4	78,40	10,40	68,10	36,80	18,80	5,7	
5	78,70	10,00	68,30	38,60	19,20	5,5	
10	76,20	10,40	66,60	38,90	17,20	5,2	
15	74,30	12,40	61,20	39,50	12,90	4,8	
25	73,00	13,30	59,80	39,80	10,80	4,6	

Saxena et alii (1974), Sharma (1974) e Cheshire et alii (1975 b) citados por JACKSON (1971) usando 15g de NaOH por 100g de palha de aveia, bagaço de cana de açúcar e casca de madeira, respectivamente, obtiveram uma variação nos constituintes da parede celular daqueles resíduos, de padrão semelhantes aos resultados apresentados na tabela 2.

HUTANUWATR et alii (1974) trabalhando com casca de grão de arroz (C G A) tratada com diferentes níveis de NaOH obteve os resultados apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Efeito do tratamento com NaOH na Composição Química da Casca de Grão de Arroz (HUTANUWATR et alii, 1974).

NÍVEIS DE NaOH %	MATE- RIA SECA	PARA- DA CE- LULAR	CONTEÚ DO CE- LULAR	CELU LOSE	HEMI - CELULO SE	LIGNI- NA	SILICA
0	100,00	86,00	14,00	39,00	14,00	11,00	22,00
8	100,00	73,00	13,00	38,00	13,00	12,00	11,00
12	100,00	65,00	35,00	37,00	11,00	12,00	5,00
16	100,00	63,00	37,00	37,00	11,00	11,00	3,00

3.5 - Modo de ação do Hidróxido de Sódio nos constituintes da Parede Celular

A alteração nos constituintes da parede celular, em resíduos vegetais tratado, com NaOH, obviamente é uma consequência de sua ação em tecidos vegetais grosseiros.

As explicações nesse processo de mudança foram discutidas por diversos autores.

Tarkou e Feist (1969) citado por McMANUS e CHOUNG (1976) relataram que o tratamento de madeira com NaOH promovia remoção da lignina de sua parede celular. McMANUS e CHOUNG (1976) conduziram trabalho semelhante com o tratamento da Casca de Grão de Arroz (C G A) e relataram que além da lignina a sílica também era removida e o efeito do aumento do nível de NaOH na remoção da sílica e lignina era de padrão curvilíneo com o maior efeito inserido entre 5 e 20g de NaOH/100g de matéria seca.

Ololade et alii (1970), Klopfenstein et alii (1976), Thonsen (1976) citados por KLOPFENSTEIN (1978) relataram que o conteúdo de lignina geralmente não é reduzido pelo tratamento químico, assim o aumento na extensão da digestão é provavelmente devido a quebra das cadeias entre a lignina e hemicelulose ou celulose sem real remoção da lignina.

Warwicker e Wright (1976), Hans (1960), citados por McMANUS e CHOUNG (1976) relatavam que a celulose era insolúvel em álcali fortes, entretanto, quando submetida a tratamento com NaOH modificava sua estrutura cristalina sofrendo um entumescimento. HUTANUWATR et alii (1974), relatou que a sílica incrustada na parede celular da casca de grão de arroz (C G A) era removida pelo tratamento com NaOH sendo reduzida em 18 unidades percentuais quando submetida ao nível de 16% de NaOH comparada com o controle. JACKSON (1979) relatava que Klopfenstein (1975) depois de vários trabalhos conduzidos com tratamento químico de resíduos vegetais fez uma generalização sobre celulose, hemicelulose e lignina concluindo que o primeiro componente sofria um

entumescimento melhorando sua digestão Bacteriana o segundo era solubilizado e o último não sofria nenhuma alteração.

3.6 - Digestibilidade de resíduos vegetais

Do ponto de vista da digestibilidade dos resíduos vegetais a ação do NaOH não é uniforme quando se leva em conta as diversas frações na qual se decompõe os alimentos. Além do mais a concentração do NaOH e sua forma de aplicação são determinantes de variações JACKSON (1979).

A literatura fornece alguns dados embora não comparáveis entre si, mas ilustrativos das variações determinadas por alguns dos fatores HUNTANUWTR et alii (1974) estudando a resposta em termos de aumento de digestibilidade "in vitro" da matéria seca da casca de grão de arroz tratada com 12% de NaOH/100g de (C G A) relatou que ocorria um incremento de 5% para 10% da matéria seca inicial e de 26% para 40% da matéria seca residual. HAMAD et alii (1976) trataram a casca de grão de arroz com 1% de NaOH/100g de (C G A) por via úmida e por via seca com posterior aplicação de vapor, conseguindo elevar sua digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica (DIVMO) em 30 e 10% respectivamente. BRAMAN e ABE (1977) trataram palha de trigo com 2% de NaOH/100g de palha conseguindo elevar sua digestibilidade "in vitro" da matéria seca em 44% em relação a palha não tratada. McMANUS e CHOUNG (1978) em estudos realizados com tratamento da casca de grão de arroz com NaOH, determinaram valores da digestibilidade "in vitro" da matéria seca de 10,56; 14,48 e 23,08; para nenhum NaOH, 25% de NaOH/100g de C G A e 10% de NaOH/100g de C G A respectivamente.

JAYASURIYA (1979) conduziu trabalhos com palha de arroz tratada usando os níveis 0, 4 e 8% de NaOH/100g de palha e encontrou 34,4; 48,3 e 57,4 respectivamente para digestibilidade "in vitro" da matéria seca daquele resíduo vegetal.

3.7 - Processamento químico de resíduos vegetais

O fator determinante do grau de digestibilidade dos alimentos de origem vegetal, por ruminantes, é a parede celular VAN SOEST e WINE (1968).

O envelhecimento altera a celula vegetal em todos os seus constituintes.

O percentual de carboidratos estruturais aumenta enquanto inversamente as frações solúveis diminuem.

GUPTA et alii (1973) encontraram aumento de parede, fibra ácido detergente, celulose e lignina de 0,07 0,11; 0,07 e 0,03% ao dia em folhas de soja (Glicine max Merrill). DANLEY et alii (1973) encontraram níveis de hemicelulose em milho para ensilagem de 10,4 e 28,2% da matéria seca aos 70 e 160 dias de desenvolvimento respectivamente. TILMAN et alii (1969) encontraram na casca de grão de arroz (Oriza sativa L) 71,4% de fibra em ácido detergente, 15,2% de ácido detergente lignina, enquanto McMANUS e CHOUNG (1976) encontraram respectivamente 77,9% e 17,2% para casca daquele mesmo cereal.

A digestibilidade pelo ruminante, do alimento de origem vegetal é uma complexa função de todos os

constituintes deste alimento. As características físico químicas de cada componente interferem em sua própria digestibilidade, assim como na dos demais, neste último caso direta ou indiretamente. O envelhecimento da célula vegetal notadamente é desfavorável a sua digestibilidade.

O tratamento químico de resíduos vegetais, visa alterar características químicas e físicas de forma a aumentar o seu aproveitamento pelo animal.

Muitos resíduos tem sido submetidos a tratamento químicos visando a alimentação animal, porém os mais usados e promissores são os restos de culturas, aqui denominados resíduos vegetais. KLOPFENSTEIN (1978) relacionou os principais resíduos vegetais que vem sendo estudado nos EUA, sendo que daqueles, para as condições do Brasil, os de interesse maior em função do volume estimado de produção seriam sabugo de milho, palha de arroz, palha de trigo e ainda por estudos, a palha de feijão, palha de soja, e não relacionada pelo autor a casca de grão de arroz (C G A) estudada já por diversos pesquisadores (ARCHIBALD, 1924; WHITE, 1966; FAHMY et alii, 1968; HUTANUWATR et alii, 1974; HAMAD et alii, 1976; CHOUNG e McMANUS, 1976; McMANUS e CHOUNG, 1976; ITOH et alii, 1976; TOHTRAT et alii; 1978).

Resíduos de Indústria de Madeira também tem sido estudado (MOORE et alii, 1972; CLARKE et alii, 1973).

Diversos produtos químicos foram testados, a nível de pesquisa, para processamento químicos de restos de culturas: NaOH (ARCHIBALD, 1924; HUTANUWATR et alii, 1974 HAMAD et alii, 1976; CHOUNG e McMANUS, 1976; McMANUS e CHOUNG, 1976 e LAMM et alii, 1979; NaOH e KOK (BRAMAN e ABE, 1977); NH₃ (WHITE, 1966; ITOH et alii, 1976 e TOHTRAT

et alii, 1978) NaOH e $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (GARRETT, 1979); NaOH, $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ e $(\text{CH}_3)_4\text{K}$ (MOORE et alii, 1972) KOH + Metanol (SPENCER et alii, 1977); CaOH_2 (Roundest et alii e Waller et alii citados por KLOPFENSTEIN, 1978) e NaOH + CaOH (HAMAD et alii 1976).

Do ponto de vista de utilização prática para as palhas de um modo geral o hidróxido de sódio tem demonstrado maior eficiência (KLOPFENSTEIN 1978), além de ter maior eficácia em tecidos vegetais mais duros (Tarkan e Feist, 1969 citado por HAN, 1978).

Originalmente segundo ARCHIBALD (1924), o tratamento químico de resíduos vegetais se deve ao Dr. Ernst Beckmann pesquisador alemão cujo processamento foi patentado com seu próprio nome.

O método Beckmann consiste na imersão do material a ser tratado em uma solução diluída de NaOH equivalente a 1/10 do seu peso durante um período compreendido entre 4 a 24 horas segundo de uma posterior lavagem do excesso de álcali com água (Jayasuriya, 1979).

O referido método tem sido considerado poluidor e oneroso, além de determinar perdas de até 25% da matéria orgânica tratada, HAN (1978). Entretanto, Wilson e Pigdem (1964) e Donefer et alii (1969) citados por JAYASURIYA (1979) utilizaram um método que envolve soluções concentradas de NaOH, eliminando as perdas de matéria orgânica gastos exagerados de água, além de controlar a poluição dos rios. Esse método, utilizado no presente trabalho, é denominado "método seco de tratamento". Basicamente consiste na pulverização com 100 ml de solução concentrada de NaOH por 100g do material a ser tratado com posterior neutraliza-

ção de base com ácido (JAYASURIYA, 1979) sugeriram que a secagem dos resíduos tratados com NaOH até uma temperatura de 50° C ativava reação do álcali com o substrato, devido sua maior concentração no meio ambiente.

Existem dois outros métodos químicos mais recentemente, utilizados pelos pesquisadores. O primeiro, consiste no tratamento do material por solução concentrada de NaOH e sua posterior peletização, Rexen e Thomsem, 1976 citados por KLOPFENSTEIN (1978). O outro método baseia-se na aplicação de NaOH junto com o material a ser ensilado Klopfenstein e Koers, 1973 citados por KLOPFENSTEIN (1978).

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Local

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", localizada em Piracicaba, Estado de São Paulo, situada a uma latitude de 22° 42' (Sul), longitude e altitude de 576 metros acima do nível do mar.

4.2 - Material

Foram utilizados casca de grão de arroz e hidróxido de sódio no presente ensaio. A casca de arroz era pertencente a variedade Jaguari da espécie Oriza sativa L, fornecida pelo Moinho Francisco Fillet Ltda., de Piracicaba. O hidróxido de sódio era de fabricação Carlo Erba, marca comercial Codex, com peso molecular de 39, 997.

4.3 - Delineamento Experimental

Os tratamentos foram distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado (KALIL, 1977; GOMES, 1976; PACKER, 1980).

Os tratamentos foram assim distribuídos:

NÍVEL - 0 - Testemunha, Casca de Grão de Arroz Triturado sem tratamento

NÍVEL - 1 - Casca de Grão de Arroz triturada mais 2,0% de NaOH

NÍVEL - 2 - Casca de Grão de Arroz triturada mais 4,0% de NaOH

NÍVEL - 3 - Casca de Grão de Arroz triturada mais 6,0% de NaOH

NÍVEL - 4 - Casca de Grão de Arroz triturada mais 8,0% de NaOH

NÍVEL - 5 - Casca de Grão de Arroz triturada mais 12,0% de NaOH

NÍVEL - 6 - Casca de Grão de Arroz triturada mais 16,0% de NaOH.

Todos os tratamentos foram repetidos 4 vezes

4.4 - Preparo da solução

As soluções de NaOH eram preparadas em 6 balões de 1 litro. Cada balão recebia 20, 40, 60, 80,

120 e 160 gramas de NaOH, o que correspondia às concentrações de 2,0%; 4,0%; 6,0%; 8,0%; 12,0% e 16,0% após cada balão receber complemento de água destilada.

4.5 - Preparo das amostras

500 gramas de Casca de Grão de Arroz eram colocadas em 28 (vinte e oito) baldes plásticos com capacidade de 10 litros. Posteriormente, adicionava-se 500 ml da solução correspondente a cada nível de tratamento em baldes individuais. O nível 0,0% de NaOH recebia apenas 500ml de água destilada por 500g de grão de arroz em 4 baldes individuais equivalentes às 4 repetições do tratamento. O tempo de reação era de 18 horas, logo após as amostras eram transportadas para bandejas de alumínio forradas com plásticos e colocadas em estufa de ar circulante com temperatura entre 30 - 35° C, simulando condições ambiente. Quando as amostras atingiam um ponto quebradiço eram trituradas em moinho tipo WILLEY com peneira de 1 mm, repassadas em moinho a martelo com alta rotação, logo a seguir, passada através de peneira de 40 mesh.

4.6 - Análise de laboratório

As amostras preparadas foram utilizadas na determinação dos parâmetros a seguir:

4.6.1 - Constituintes da Parede Celular

Fibra em Neutro Detergente (FND), fibra em ácido detergente (FAD), hemicelulose celulose, lignina e

sílica foram determinados segundo os métodos descritos por GOERING e VAN SOEST (1970). A fração hemicelulose foi determinada por diferença entre FND e FAD.

4.6.2 - Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca

A digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) foi obtida pelo método de TILLEY e TERRY, 1963 modificado pelo MICHIGAN STATE UNIVERSITY (1974), descrita por TINNIMIT (1974).

5 - RESULTADOS

Nas tabelas apresentadas nesse capítulo, os dados se referem aos valores médios dos resultados obtidos para as diferentes variáveis estudadas. Quanto aos resultados originais de laboratórios, nas várias repetições, acham-se tabulados na tabela 6.

Informações adicionais, como o teor de matéria seca das amostras analisadas e a análise da variancia, acham-se também representadas no apêndice, nas tabelas 6 e 7 respectivamente.

5.1 - Constituintes da Parede Celular e digestibilidade

"in vitro" da casca de grão de arroz

A tabela 4 amostra a composição média dos constituintes da parede celular e a digestibilidade "in vitro" de matéria seca para a casca de grão de arroz tratada com 0%; 2%; 4%; 6%; 8%; 12% e 16% de hidróxido de sódio. A mesma tabela apresenta ainda os valores de F ob-

tidos em análise da variância de cada uma das variáveis, bem como os coeficientes de variação determinados pela computação dos dados da análise estatística.

A tabela 5 apresenta a comparação entre as médias dos constituintes da parede celular e da digestibilidade "in vitro" da matéria seca, pelo teste Tukey.

Com os resultados obtidos, pode-se notar que o tratamento químico com hidróxido de sódio alteram os constituintes da parede celular, fazendo com que os valores da parede celular, de 93,56% sem tratamento mudem para - 93,15%, 87,02%, 81,67%, 76,87%, 69,64 e 68,36% correspondendo respectivamente aos níveis de tratamento 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Como se pode notar na tabela 5, pelo teste Tukey, esse aumento somente não foi estatisticamente significativo, entre os níveis 0 e 1, 5 e 6, de hidróxido de sódio.

A fibra em ácido detergente com 78,34% no nível 0 de hidróxido de sódio, diminuiu para 54,88% no último nível, o que equivale a uma redução da ordem de 30,7% (tabela 4). Pelo teste Tukey, nota-se que o aumento só não foi estatisticamente significativo, entre as comparações dos níveis 0 e 1, 5 e 6 de hidróxido de sódio.

A Hemicelulose com 16,34 no nível 1 de hidróxido de sódio sofrem uma redução para 11,46% no nível 2, correspondente a um decréscimo em torno de 30,5% (tabela 5). Pelo teste Tukey, nota-se que a redução não foi estatisticamente significativo entre os níveis 0 e 1, 0 e 2, 0 e 3, 1 e 2, 1 e 3, 1 e 4, 2 e 3, 2 e 4, 2 e 5, 3 e 4 e finalmente 5 e 6 (tabela 5).

A celulose sofreu uma redução em torno de 10% quando comparados o nível 0 e o nível 6 de hidróxido de sódio (tabela 5). Pelo teste de Tukey percebe-se que a redução não foi significativa entre os níveis 0 e 1, 0 e 2, 3 e 1, e finalmente 5 e 6 de hidróxido de sódio (tabela 5).

A lignina sofreu uma variação de 10,88%, 11,85%, 12,69%, 12,55%, 11,71%, 10,98% e 9,97% respectivamente para os níveis 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 de hidróxido de sódio. O decréscimo entre os níveis externos girou em termos de 16,6% (tabela 5).

Pelo teste de Tukey nota-se que a redução não foi estatisticamente significativa entre os níveis 0 e 1, 0 e 2, 1 e 2, 1 e 3, 1 e 4, 2 e 3, 2 e 4, 3 e 4, 3 e 5, 3 e 6, 4 e 5, 4 e 6 e finalmente 5 e 6 de hidróxido de sódio.

No que se refere a sílica da parede celular, verifica-se que a mesma sofreu brusca queda sendo estatisticamente significativa entre todos os níveis de tratamento com hidróxido de sódio. O decréscimo nos constituintes da parede celular da casca de grão de arroz, refletiram-se em aumentos na digestibilidade "in vitro" da matéria seca. A tabela 5 indica pelo teste Tukey que esses aumentos foram altamente significativos para os níveis de 5% e 1% respectivamente.

Finalmente a tabela 04 ressalta a boa pressão do Experimento, tendo em vista os baixos coeficientes de variação obtidos (GOMES, 1976).

Tabela 4. Constituintes da Parede Celular e Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca da Casca de Grão de Arroz tratada com Diferentes Níveis de Hidróxido de Sódio.

NÍVEIS DE NaOH (1) M S (%)	DIGESTIBILIDADE (%) (3)	COMPOSIÇÃO (%) (2)					
		PAREDE		ACÍDOS EM FIBRA DE TERGENTE	NA	MATÉRIA SECA	SÍLICA
		CELULAR	LULOSE	CELULOSE	LIGNINA		
0	11,40	93,56	78,34	15,21	44,37	10,88	21,96
1	15,95	93,15	76,81	16,34	44,18	11,85	19,81
2	24,36	87,02	73,18	13,90	41,89	12,69	17,86
3	31,19	81,67	70,21	11,96	42,09	12,55	12,91
4	36,19	76,87	64,94	11,93	40,71	11,71	10,73
5	40,17	69,64	56,67	13,00	39,88	10,98	5,15
6	42,27	68,38	54,88	13,49	40,31	9,97	3,80

ANALISE ESTATÍSTICA

F	623,18*	700,19*	111,31*	54,59*	18,36*	1.092,45*
C V %	3,32	0,96	1,27	7,54	1,15	3,94

(1) = 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16% de NaOH/100 g de CGA

(2) Matéria seca de 100 - 105°C

(4) Significativo
(p < 0,01)

Tabela 5. Comparação Entre as Médias para Determinação do Efeito dos Níveis de Hidróxido de Sódio Sobre os Constituintes da "rede Celular e Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca da Casca de Grão de Arroz

CONTRAS TES	DIGESTIBILIDA- DE "IN VITRO"	PAREDE CELULAR	FIBRA ACTI- DO DETERG.	LULOSE	CEU	LIGNINA	SÍLICA
0 x 1	4,55 **	1,26 NS	1,79 NS	0,46 NS	0,91 NS	1,35 **	
0 x 2	12,96 **	8,49 **	10,06 **	1,54 NS	1,01 NS	6,93 **	
0 x 3	19,79 **	13,29 **	15,33 **	2,03 NS	1,96 **	1,74 **	9,11 **
0 x 4	24,79 **	18,64 **	18,30 **	2,44 *	2,21 **	1,88 **	14,06 **
0 x 5	28,77 **	24,77 **	21,93 **	3,75 **	4,30 **	2,57 **	16,01 **
0 x 6	30,87 **	25,19 **	23,46 **	4,88 **	4,49 **	2,72 **	18,16 **
1 x 2	8,41 **	7,23 **	8,06 **	1,08 NS	0,39 NS	0,10 NS	5,58 **
1 x 3	15,24 **	12,03 **	13,33 **	1,57 NS	1,52 **	0,83 NS	7,76 **
1 x 4	20,24 **	17,38 **	16,30 **	1,98 NS	1,77 **	0,97 NS	12,71 **
1 x 5	24,22 **	23,51 **	19,93 **	3,29 **	3,86 **	1,66 **	14,66 **
1 x 6	26,32 **	23,92 **	21,46 **	4,42 **	4,05 **	1,81 **	16,81 **
1 x 7	6,83 **	4,80 **	5,27 **	0,49 NS	1,13 *	0,73 NS	2,18 **
1 x 8	11,83 **	10,15 **	8,24 **	0,90 NS	1,77 **	0,87 NS	7,13 **
1 x 9	15,81 **	16,28 **	11,87 **	2,21 NS	3,47 **	1,56 **	9,08 **
1 x 10	17,91 **	16,69 **	13,40 **	3,34 **	3,66 **	1,71 **	11,23 **
2 x 4	5,00 **	15,35 **	2,97 **	0,41 NS	0,25 NS	0,14 NS	4,65 **
2 x 5	8,98 **	11,48 **	6,60 **	1,72 NS	2,34 **	0,83 NS	6,90 **
2 x 6	11,08 **	12,00 **	8,13 **	2,85 *	2,53 **	0,98 NS	9,05 **
3 x 5	3,98 **	6,13 **	3,63 **	3,63 **	2,09 **	0,84 NS	1,95 **
4 x 6	6,08 **	6,54 **	5,18 **	5,18 **	2,29 **	0,69 NS	4,10 **
5 x 6	2,10 NS	0,41 NS	1,47 NS	1,47 NS	0,19 NS	0,15 NS	2,15 **

(*) Significativo (P < 0,05)

(**) Significativo (P < 0,01)

(NS) Não Significativo

6 - DISCUSSÃO

6.1 - Efeito do hidróxido de sódio sobre os constituintes da parede celular e a digestibilidade "in vitro" da matéria seca da casca de grão de arroz.

Os dados obtidos permitem observar que os constituintes da parede celular da casca de grão de arroz sem tratamento eram bastante altos principalmente no que diz respeito a fibra em ácido detergente e lignina cujo valores foram 78,34% e 12,69 respectivamente.

O envelhecimento altera a célula vegetal em todos seus constituintes. GUPTA et alii (1973) determinaram aumentos em fibra em ácido detergente e lignina correspondente 0,07% e 0,03% por dia em folhas de soja (Glicine max (L) Merril), o que deve ocorrer com o arroz no ponto de beneficiamento onde a sua casca apresenta um alto teor desses componentes fibrosos. TILMAN et alii (1969) determinaram valores de 71,4% para fibra em ácido detergente 15,2% de lignina em ácido detergente para casca de grão de arroz.

McMANUS e CHOUNG (1976) encontraram valores maiores para esses dois constituintes da parede celular da casca de grão de arroz encontrando 77,9% e 17,2% para ácido em detergente fibra e ácido em detergente lignina. Para celulose, hemicelulose e sílica da parede celular da casca de grão de arroz, no presente trabalho foram encontrados valores de 44,37; 16,34 e 21,9% respectivamente. JACKSON (1977) determinou, 39,0; 14,0 e 22,0 para celulose, hemicelulose e sílica respectivamente também na parede celular da casca de grão de arroz.

O tratamento químico de resíduos vegetais com hidróxido de sódio foi demonstrado por diversos pesquisadores, ser um agente promotor de mudanças nos constituintes de sua parede celular, entre eles destacam-se os trabalhos de Sharma (1974) citado por JACKSON (1977) trabalhando com palha de trigo, BRAMAN e ABE (1977) com o mesmo resíduo, KLOPFENSTEIN (1978) com sabugo de milho e JAYSURIYA (1979) trabalhando com palha de arroz. No que diz respeito a casca de grão de arroz destaca-se o trabalho de HUTANUWATR et alii (1974) onde ficou bem caracterizada as mudanças nos constituintes da parede celular como consequência da ação do hidróxido de sódio. (tabela 3).

O presente trabalho apresenta um comportamento similar em termos de mudanças nos valores **do** constituintes da parede celular apresentados na tabela 4.

No que concerne a digestibilidade "in vitro" da matéria seca da casca de grão de arroz observa-se na tabela 4 que a elevação **do** nível de hidróxido de sódio implicava no aumento da digestibilidade com excessão os níveis 5 e 6 que não diferiram estatisticamente. HUNTAUWTR et alii (1974) encontraram resposta em termos de aumento de di-

gestibilidade "in vitro" da matéria seca da casca de grão de arroz tratada com 12% de hidróxido de sódio, relatando que ocorria um incremento de 5% para 10% da matéria seca inicial e de 26% para 40% da matéria seca residual. HAMAD et alii (1976) obtiveram aumento na digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica da casca de grão de arroz em até 30% quando trataram aludido resíduo com 1% de NaOH combinado com aplicação de vapor. No presente experimento os aumentos foram proporcionalmente maiores do que aqueles obtidos pelos pesquisadores acima citados, observando-se um aumento em relação 11,4% de digestibilidade in vitro da matéria no nível 0 (zero) para 42,27% no nível 6 (seis) de hidróxido de sódio.

McMANUS e CHOUNG (1978) obtiveram valores de digestibilidade "in vitro" da matéria seca da casca de grão de arroz de 10,56, 14,48 e 23,08 para nenhuma hidróxido de sódio, 2,5% e 10% de hidróxido de sódio/100 g de casca respectivamente.

No presente trabalho obteve-se 24,36% da digestibilidade "in vitro" da matéria seca com nível 2(dois) de hidróxido de sódio. Acréscimos significativos como os presentemente obtidos somente foram observados por BRAMAN e ABE (1978), trabalhando com palha de trigo tratada com 2% de hidróxido de sódio e palha de arroz tratada com níveis 0, 4 e 8% em pesquisa conduzida por JAYSURIYA (1979). O tempo de secagem à temperatura constante da casca tratada com hidróxido de sódio, possivelmente, ativou a reação do álcali com o substrato, devido sua maior concentração no meio ambiente. HUTANUWATR et alii (1974); HAN (1978) e JACKSON - (1978) sugeriram que tal afirmação tem procedência. Na realidade as bandejas com casca de grão de arroz tratada somente eram retiradas da estufa quando todo resíduo alcançasse a secagem ideal para Trituração, vale salientar que para JACK-

SON (1979) a ação do NaOH não é uniforme quando se leva em conta as diversas frações na qual se decompõem os alimentos. Além do mais a concentração do NaOH e sua forma de aplicação são determinantes de variações.

O modo de ação do hidróxido de sódio nos constituintes da parede celular, promove uma série de mudanças bastantes discutidas pelos pesquisadores. O fato é que todos os constituintes sofreram alterações, sendo uma mais acentuada do que outras. A lignina sofria diminuições significativas somente quando os níveis de hidróxido de sódio ultrapassava 30g de NaOH para 500 ml de água por 500g de casca de grão de arroz. Baixos níveis de hidróxido de sódio reduzidos parecem não afetar o teor de lignina. Com essa assertiva concordam Olalade et alii (1970) KLOPFENSTEIN et alii (1973), Thomsen (1976) citados por KLOPFENSTEIN (1978) onde relataram que o conteúdo de lignina geralmente não é reduzido pelo tratamento químico dos resíduos vegetais, e o aumento de sua digestão é provavelmente devido a quebra das cadeias entre lignina e hemicelulose ou celulose, sem real remoção da lignina. McMANUS e CHOUNG (1976) trataram casca de grão de arroz com hidróxido de sódio e observaram que a lignina era removida com o aumento do nível de hidróxido de sódio sendo o seu maior efeito inserido entre 5 a 20g de NaOH/100g de matéria seca. No presente experimento esse efeito se fez evidenciar a partir de 6 g de hidróxido de sódio/100 de casca de grão de arroz. A celulose sofreu uma redução no presente trabalho. McMANUS e CHOUNG (1976), relataram o carácter insolúvel da celulose em álcali fortes, explicando que o tratamento de resíduos com NaOH promovia, uma modificação na sua estrutura cristalina resultando em um entumescimento. KLOPFENSTEIN (1978), também relatou que a celulose sofria um entumescimento melhorando sua digestão bacteriana. No que diz respeito a hemicelulose possivelmen-

te ocorreu uma solubilização esta ocorrência também foi observada por HUTANUWATR et alii (1974) trabalhando com casca de grão de arroz. A sílica sofreu uma substancial redução cuja intensidade era proporcional ao nível de hidróxido de sódio usado sendo todas as comparações entre médias estatisticamente significativas. HUTANUWATR et alii (1974) observou que a sílica incrustada na parede celular da casca de grão de arroz foi reduzida em 18 unidades percentuais quando submetida a tratamento com hidróxido de sódio numa concentração de 16%.

No presente experimento para o mesmo nível de hidróxido de sódio ocorreu remoção de 18 unidades percentuais de sílica da parede celular, tal como observou HUTANUWATR et alii (1978) de acordo também como McMANUS e CHOUNG (1978).

7 - CONCLUSÕES

Com os dados obtidos no presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser apontadas.

1 - Os teores de fibra em ácido detergente celulose, lignina e silica da parede celular são bastante elevados na casca de grão de arroz em seu estado natural, provocando um baixo nível de digestibilidade "in vitro" de sua matéria seca.

2 - Os teores desses constituintes da parede celular da casca de grão de arroz foram sensivelmente reduzidos quando tratada com hidróxido de sódio entre os níveis 4 e 6

3 - Entre os níveis 5 e 6, mesmo ocorrendo redução nos constituintes da parede celular da casca de grão de arroz não houve diferença estatística nessa mudança (com excessão da silica), assim como também, para seu efeito sobre a digestibilidade "in vitro" da matéria seca.

4 - Considerando que a redução da silica da parede ce-

lular foi estatisticamente significativa entre os níveis 5 e 6, mas não o seu efeito no melhoramento da digestibilidade, "in vitro" da matéria seca da casca de grão de arroz, pode-se concluir que valores de até 5% na matéria seca não desprimem sua digestibilidade.

5 - A casca de grão de arroz tratada com hidróxido de sódio deve ser possivelmente utilizada como componente energético de dietas de bovinos além de regulador de ingestão devido seu alto teor de resíduo indigestível no melhor nível de tratamento.

6 - Novos trabalhos devem ser executados com o mesmo material para suprir a escassez de informações de pesquisas existentes sobre sua viabilidade em termos de alimentação animal. Tais como ideal nível de álcali, proporção do resíduo na dieta animal e seu efeito na performance animal etc.

8 - SUMMARY

This study was carried out at the Department of Animal Science, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Piracicaba, Brazil.

The changes on the Cell Wall Constituents (NDF, ADF, ADL, Hemicellulose, Cellulose & sílica) and "in vitro" dry matter digestibility (IVDMD) of Grand Rice Hulls (GRH) were measured as affected by NaOH chemical tratament at 7 levels (0, 2, 4, 6, 8, 12 and 16% NaOH/100g GRH). The cellulose, (%), hemicellulose (%), lignina (%) and silica (%) average: 44,37; 15,21; 10,88 and 21,96; 44,18; 16,34; 11,85 and 19,81; 41,84 13,90; 12,69 and 17,86; 42,09; 11,46; 12,55 and 12,91; 40,71; 11,93; 11,71 and 10,73; 39,88; 13,00; 10,98 and 5,15; 40,31; 13,49; 9,97 and 3,80, respectively for the 0, 2, 4, 6, 8, 12 and 16% NaOH levels.

The IVDMD (%) averaged: 11,40; 15,95; 24,36
31,19; 36,19; 40,17 and 42,27; respectively for the 0,
2, 4, 6, 8, 12 and 16% NaOH levels.

The changes were all statistically significant up to the 12% NaOH level.

9 - LITERATURA CITADA

- ARCHIBALD, J. G., 1924. The effect of sodium hydroxide on the composition, digestibility, and feeding value of grain hulls others fibrous material. J. Agric Res., 27 : 245 - 265.
- BLAXTER, K. L., 1958. Dairy Cows in. Scientific. Principles of Feeding Farm Live Stock. London. 21.
- BRAMAN, W. L. e ABE, R. K., 1977. Laboratory and in vivo evaluation of nutritive value of NaOH - treated wheat straw. J. An. Prod. Sci., 46 (3) : 496 - 505.
- BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1978 - Anuário Estatístico.
- CHOUNG, C. C. e McMANUS, W. R., 1976. Studies on forage cell walls. 3. Effects of feeding alkali-treated rice hulls to sheep. J. Agric. Sci. Camb. 86 : 517 - 530.

CLARKE, S. D. e DYER, I. A., 1973. Chemically degraded wood in finishing beef cattle rations., J. An. Sci., 37 (4) 1022 - 1026.

DANLEY, M. M. e VETTER, R. L., 1973, Changes in carbohydrate and fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. J. An. Sci., 37 (4) : 994 999.

FAHMY, S. T. M.; EL-SHAZLY, K e BADR, M. F. 1968a. The effect of treating rice hulls with ammonia on its nutritive value. J. An. Prod. U. A. R. 8 (1 - 2) : 11 - 24.

FAHMY, S. T. M., BADR, M. F., AKKADA, A. e EL-SHAZLY, 1968b. The effect of replacing part or all of the wheat straw with ground rice hulls on the performance of Lambs. J. An. Prod. U. A. R. 8 (1 - 2) : 1 - 9.

GARRETT, W. N., WALKER, H. G., KOHLER, G. O., e HART, M. R. 1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. J. An. Sci., 48 (1) : 92 - 103.

GOERING, H. K. e P. J. VAN SOEST, 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook n° 379, U S D A, Washington, 20p.

GOMES, F. P., 1976. Curso de Estatística Experimental.
6^a edição, São Paulo, Brasil. Livraria Nobel S. A.,
450 p.

GUPTA, B. S., JOHNSON, D. E., HINDS, F. C., e MINOR, H.
C., 1973. Forage potencial of soybean straw, Agronomy Journal, 65 : 538 - 541.

HAMAD, M. A., AL-ASHMAWY, A. E., EL-SAIED, H. e SOLIMAN
S. M., 1976. Effect of dry treatment of rice hulls
with álcali and steam on their nutritive value. Indian J. An. Sci., 46 (2) : 59 - 62.

HAN, Y. W.; LEE, J. S. e ANDERSON, A. W. 1975. Chemical
composition and digestibility of ryegrass straw. J. Agric. Food. Chem. 23 (5) : 928 - 931.

HUTANUWATR, N.; HINDS, F. C. e DAVIS, C. L. 1974. An
evaluation of methods for improving the "in vitro"
digestibility of rice hulls. J. of. An. Sci., 46 (2)
: 59 - 62.

ITO, H., TERASHIMA, Y., TOHRAI, N. e MATSUI, Y., 1976.
Improving, the Nutritive Value of rice straw and ri-
ce hulls by ammonia treatment Nutrition Abstracts &
Reviews 46 : 683.

JACKSON, M. G., 1971. A study of various chemical treatments to remove lignin from coarse roughages and increase their digestibility. J. Agric. Sci. Canb. 77, 11 - 17.

JACKSON, M. G., 1977. Review article: the alkali treatment of straw. An. Feed. Sci. Technol., 2 : 105 - 130.

JACKSON, M. G. 1978. Treating straw for animal feeding Fao Animal Production and Health Paper 81 p.

JAYASURIYA, M. C. N., 1979. Sodium hydroxide treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. Trop. Agric. Trindade. 56(1) : 75 - 81

KALIL, E. B., 1977. Princípios de Técnica Experimental com Animais. 2^a reimpressão. Secretaria de Agricultura de São Paulo. Brasil. 175p.

KLOPFENSTEIN, T., 1979. Chemical treatment of crop residues. J. An. Sci., 46 (3) : 841 - 848.

KOK, E. A. 1944. O arroz e seus suprodutos na alimentação animal. Boletim de Agricultura., 45 - 81.

LAMM, W. D. WEBB. Jr., K. E e FONTENOT, J. P. 1979. Ensiling characteristics, digestibility and feeding

value of ensiled waste and ground hay with and without hydroxide. J. An. Sei., 48(1) : 104 - 110

MACHADO, S. S., 1977. Estrutura da Indústria de Beneficiamento de Arroz no Rio Grande do Sul. Lavoura Arrozeira. 77 - 78.

MAKSoud, M. A., 1972. Note on attenuation and desilication of egyptian rice hulls egypt. J. An. Prod. 12 (1) : 85 - 89.

McMANUS, W. R. e CHOUNG, C. C., 1976. Studies on forages cell walls. 2. conditions for alkali treatment of rice straw and hulls. J. of Agric. Sei. Camb. 86. : 453 - 470.

MOORE, W. E., EFFLAND, M. J. e MILLET, M. A., 1972. Hydrolysis of wood and cellulose with cellulolytic enzymes. J. Agric. Food Chem., 20 (6) : 1173 - 1175.

PACKER, I. U., 1980. Técnica experimental com animais (comunicação pessoal). Curso de Pós-Graduação em nutrição Animal e Pastagens, Piracicaba, Brasil.

SANCHEZ, E. J., 1976. Cambios en la composicion química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva mediante el uso de diversos compuestos qui-

micos. Tecnica Pecuaria en Mexico, (31) : 68 - 74.

SPENCER, R. R. e AMOS, H. L., 1977. "In vitro" digestibility of chemically treated coastal bermudagrass J. An. Sei., 45 (1) : 126 - 131.

TILLMAN, A. D., FURR, R. D., HANSEN, K. R., SHERROD, L. B. e WORD Jr., J. D., 1969. Utilization of rice hulls in cattle finishing rations. J. An. Sei. 29 292 - 796.

TINNIMIT, P., 1974. Forage evaluation using varions laboratory techniques. Michigan state University (Ph. D. Thesis).

TOHRAI, N., TERASHIMA, Y., ITOH, H., 1979. Effect of processing conditions on the nutritive values of ammonia treated rice hulls and rice straw. Nutrition Abstracts and Reviews. 48 (12) : 612.

VAN SOEST, P. J., 1963. Use of detergents in the analyses of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Ass. Off. Agr. Chemists. Washington, 46 : 829.

VAN SOEST, P. J. e WINE, R. H. 1968. Determination of lignin and celulose in acid-detergente fiber with permanganate. J. Ass. Official Anal. Chem. 51 : 708 - 785.

WHITE, T. W., 1966. Utilization of Ammoniated rice hulls by beef cattle. J. An. Sci., 25 : 25 ~ 27.

10 - APÊNDICE

Dados Originais do Ex-
perimento e Outras Ta-
belas.

Tabela 6. Efeito do Hidróxido de Sódio na Composição Química da Parede Celular e Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca da Casca de Grão de Arroz em (%)

TRATAMENTOS VARIÁVEIS	TESTE MUNHA	NÍVEIS DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO					
		2% NaOH	4% NaOH	6% NaOH	8% NaOH	12% NaOH	16% NaOH
<u>DIGESTIBILIDADE</u>							
DE " IN VITRO " DA MATERIA SECA (DIVMS)	12,47 11,64 10,46 11,04	16,03 16,02 16,12 15,63	24,18 24,02 25,84 23,38	31,38 29,18 32,20 32,00	34,57 36,70 36,87 36,60	39,93 40,14 40,37 40,23	40,74 41,93 43,04 43,37
MÉDIA	11,40	15,95	24,36	31,19	36,19	40,17	42,27
PAREDE CELULAR (PC)	93,49 93,48 93,12 94,14	94,07 91,60 93,45 93,47	87,36 85,75 88,30 86,67	81,88 80,76 81,14 82,91	77,52 76,83 76,78 76,33	70,11 69,09 70,20 69,18	68,50 67,77 69,10 68,10
MÉDIA	93,56	93,15	87,02	81,67	76,87	69,64	68,36
FIBRA EM ÁCIDO DE TERGENTE (FAD)	77,63 77,82 78,85 79,07	76,33 77,29 76,74 76,88	73,16 73,17 74,59 71,55	69,77 68,40 71,27 71,38	64,66 64,92 65,81 64,37	56,72 56,24 56,55 57,16	55,48 54,94 53,87 55,23
MÉDIA	78,34	76,81	73,12	70,21	64,94	56,67	54,88

VARIÁVEIS	TESTE MUNHA	NÍVEIS DE HIDROXÍDO DE SÓDIO					
		2% DE NaOH	4% DE NaOH	6% DE NaOH	8% DE NaOH	12% DE NaOH	16% DE NaOH
HEMICELULOSE	15,85	17,74	14,20	12,11	12,86	13,39	13,02
	15,66	14,31	12,58	12,36	11,91	12,85	12,83
	14,27	16,71	13,71	9,87	10,97	13,65	15,23
	15,07	16,59	15,12	11,53	11,96	12,12	12,87
MÉDIA	15,21	16,34	13,90	11,46	11,93	13,00	13,94
CELULOSE	44,03	44,58	41,53	41,61	40,45	39,78	40,60
	44,20	43,36	42,27	41,97	40,64	39,61	39,66
	44,31	43,88	41,76	42,99	40,59	40,60	40,59
	44,93	44,91	41,78	41,80	41,17	39,54	40,41
MÉDIA	44,37	44,18	41,84	42,09	40,71	39,88	40,31
LIGNINA	10,69	11,65	12,68	13,18	12,63	10,96	9,50
	10,85	11,76	13,01	12,06	11,71	10,84	10,31
	11,12	12,19	12,98	12,84	11,54	10,46	9,85
	10,86	11,81	12,11	12,10	10,97	11,69	10,21
MÉDIA	10,88	11,85	12,69	12,55	11,71	10,98	9,97
SILICA	21,81	19,63	18,31	12,56	9,94	4,99	3,73
	21,56	19,99	17,35	12,66	10,84	5,97	3,81
	22,31	19,82	18,20	13,17	11,60	4,93	3,72
	22,18	19,82	17,57	13,28	10,55	4,72	3,96
MÉDIA	21,96	19,81	17,86	12,91	10,73	5,15	3,80

Tabela 7. Análise de Variância

1 Digestibilidade in vitro da matéria seca

C V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	3.433,85	572,30	623,18 **
Resíduo	21	19,28	0,91	
T O T A L	27	3.453,13		

2 Parede Celular

C V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	2.584,11	430,68	700,19 **
Resíduo	21	12,91	0,61	
T O T A L	27	2.597,02		

3 Ácido em Fibra Detergente

	C V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	2.101,61	350,26	467,37	**
Resíduo	21	15,73	0,74		
T O T A L	27	2.117,34			

4 Hemicelulose

	C V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	71,62	11,93	11,31	**
Resíduo	21	22,14	1,05		
T O T A L	27	93,76			

5 Celulose

	C . V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	77,32	12,88		54,59 **
Resíduo	21	4,95	0,23		
T O T A L	27	82,27			

6 Lignina

	C . V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	22,72		3,78	18,36 **
Resíduo	21	4,33		2,06	
T O T A L	27	27,05			

7 Sílica

	C V	G L	S Q	Q M	TESTE F
Tratamento	6	1.205,87	200,97	1.092,45	**
Resíduo	21	3,86	0,18		
T O T A L	27	1.209,73			