

sys 376313

UPROS
Faculdade de Agronomia
BIBLIOTECA

636.08.5

M758d

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DEGRADABILIDADE RUMINAL E DIGESTIBILIDADE
INTESTINAL DA PROTEÍNA DO GRÃO E DE FARELOS DE SOJA, PELA
TÉCNICA DOS TRÊS ESTÁGIOS *IN VITRO***

**Daniel Montagner
Zootecnista (UFSM)**

**Dissertação apresentada como um dos requisitos para a obtenção do
Grau de Mestre em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal**

**Porto Alegre (RS), Brasil
Julho, 2002**

DANIEL MONTAGNER
Zootecnista - UFSM

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de


MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 24.07.2002
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 17.09.2002
Por



PAULO ROBERTO FRENZEL MÜHLBACH
Orientador-PPG-Zootecnia


MARIA TERESA SCHIFINO-WITTMANN
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


ÊNIO ROSA PRATES
PPG-Zootecnia


HAROLD OSPINA PATIÑO
PPG-Zootecnia


LUÍS MARIA BONNECARRÈRE SANCHEZ
UFSM
Santa Maria - RS


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Paulo Roberto Frenzel Mülbach, pelo apoio e orientação no desenvolvimento deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos durante o Curso.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos Srs. Vesa Nissinen e Marcio Todero da Empresa Bunge Alimentos S.A., pelo fornecimento das amostras e pelos recursos financeiros para a condução do projeto de pesquisa.

Aos colegas e amigos, em especial ao Bernardo, Nilton, Mauricio, André, Diego, João Dionísio, Pedroso, Denyse, Daniel Montardo e Betina pela amizade e colaboração.

Aos meus pais e familiares, e a minha namorada Ana, pelo apoio, incentivo, compreensão e colaboração.

DEGRADABILIDADE RUMINAL E DIGESTIBILIDADE INTESTINAL DA PROTEÍNA DO GRÃO E DE FARELOS DE SOJA ATRAVÉS DA TÉCNICA DOS TRÊS ESTÁGIOS *IN VITRO*

Autor: Daniel Montagner

Orientador: Prof. Paulo Roberto Frenzel Mühlbach

RESUMO

Grãos de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico e farelos de soja de diferentes empresas foram avaliados em dois experimentos. No primeiro, foi verificado que a temperatura e o tempo de exposição do grão de soja ao calor e a adição de lignossulfonato de cálcio diminuíram significativamente a quantidade de amônia liberada *in vitro* após incubação de 6 horas e a degradabilidade da proteína após incubação ruminal *in situ* de 16 horas. A correlação entre essas duas variáveis foi alta ($r = 0,9667$). Houve diferença significativa na digestibilidade enzimática da proteína não degradada no rúmen. No segundo experimento, 21 amostras de farelos de soja oriundas de 5 empresas foram avaliadas quanto à degradabilidade ruminal da proteína bruta *in vitro* e *in situ* e foi determinada a digestibilidade enzimática da proteína que escapou da degradação ruminal. Foram verificadas diferenças significativas entre empresas, quanto à quantidade de amônia liberada *in vitro*, variando de 22,71 a 29,04 (%N-total), quanto à porção de proteína não degradável no rúmen (PNDR), variando de 46,12% a 54,56% e quanto à digestibilidade intestinal desta proteína (DI), variando de 81,86% a 85,23%. Em consequência, houve diferenças entre os farelos quanto à proteína não degradável no rúmen digestível no intestino delgado (PNDRD), variando de 39,13 a 44,72 (% PB) e 195,02 a 223,69 (g/kg MS). Pode-se concluir que há diferenças na degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína de amostras de farelos de soja produzidos no Rio Grande do Sul.

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (94p.) Julho, 2002.

PROTEIN RUMEN DEGRADABILITY AND INTESTINAL
DIGESTIBILITY OF SOYBEANS AND SOYBEAN MEALS AS MEASURED
THROUGH THREE STEPS *IN VITRO* TECHNIQUE

Author: Daniel Montagner
Adviser: Prof. Paulo Roberto Frenzel Mühlbach

ABSTRACT

Heat treated and/or liginosulfonate treated soybeans and soybean meal samples from different producers were evaluated in two experiments. In the first trial the *in vitro* ammonia production during a six hours incubation period and the *in situ* rumen degradability were affected significantly due to heat and/or liginosulfonate treatments of cracked soybeans. The correlation between the *in vitro* ammonia production and the *in situ* rumen degradability was high ($r = 0.9667$). There was significant difference in the *in vitro* pepsin-pancreatin digestibility of the protein portion undegraded in the rumen. In the second experiment 21 soybean meal samples from five different origins were submitted to the same procedures as in the first trial. Significant differences were determined as for *in vitro* ammonia production, ranging from 22.71 to 29.04 (% of total N), for rumen undegradable protein, ranging from 46.12 to 54.56 % and for pepsin-pancreatin digestibility, varying from 81.86 to 85.23 %. Consequently ruminally undegraded intestinally available protein ranged from 39.13 to 44.72% of crude protein content and from 195.02 to 223.69 g/kg DM. It can be concluded that soybean samples collected from different producers from Rio Grande do Sul show different ruminal degradabilities and intestinal digestibilities.

¹Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (94p.) July, 2002.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Processamento industrial do grão de soja.....	3
2.2. Processo de tostagem do farelo de soja.....	5
2.2.1. Avaliação do processamento do farelo de soja.....	6
2.3. Farelos de soja e sua variação.....	8
2.4. Os derivados da soja como fontes protéicas para ruminantes de alta produção.....	12
2.5. Tratamento térmico e químico do grão de soja e subprodutos.....	14
2.6. Avaliação dos efeitos do tratamento térmico na degradação ruminal e digestibilidade intestinal.....	17
2.7. A liberação de amônia <i>in vitro</i> como estimativa da PDR.....	19
2.8. Digestibilidade intestinal da PNDR.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Experimento 1.....	24
3.1.1. Matéria-prima.....	24
3.1.2. Local.....	24
3.1.3. Liberação de amônia <i>in vitro</i>	24
3.1.3.1. Preparação das amostras e do animal doador de fluído ruminal.....	24
3.1.3.2. Coleta do líquido ruminal e incubação dos substratos.....	26
3.1.3.3. Determinações e análises químicas e bromatológicas.....	27
3.1.4. Degradabilidade <i>in situ</i> da Matéria Seca e Nitrogênio.....	27
3.1.4.1. Animal utilizado.....	27
3.1.4.2. Procedimentos experimentais.....	27
3.1.5. Digestibilidade intestinal <i>in vitro</i>	29
3.1.5.1. Procedimentos experimentais.....	29
3.1.6. Delineamento experimental e análise estatística.....	30
3.2. Experimento 2.....	31
3.2.1. Matéria-prima.....	31
3.2.2. Local.....	31
3.2.3. Liberação de amônia <i>in vitro</i> , Degradabilidade <i>in situ</i> e Digestibilidade Intestinal <i>in vitro</i>	32
3.2.3.1. Procedimentos experimentais.....	32
3.2.4. Delineamento experimental e análise estatística.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1. Experimento 1.....	34
4.1.1. Liberação de amônia <i>in vitro</i> do grão de soja submetido ao tratamento térmico e/ou químico, após 6 horas de incubação.....	34

4.1.2. Degradabilidade ruminal <i>in situ</i> da proteína do grão de soja submetido ao tratamento térmico e/ou químico.....	37
4.1.3. Correlação entre liberação de amônia <i>in vitro</i> e degradabilidade ruminal <i>in situ</i>	40
4.1.4. Digestibilidade intestinal enzimática <i>in vitro</i> da PNDR de derivados do grão de soja submetidos ao tratamento térmico e/ou químico.....	41
4.2. Experimento 2.....	47
4.2.1. Liberação de amônia <i>in vitro</i> dos farelos de soja , após 6 horas de incubação.....	47
4.2.2. Degradabilidade ruminal <i>in situ</i> e digestibilidade intestinal enzimática <i>in vitro</i> dos farelos de soja.....	48
5. CONCLUSÕES.....	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
7. APÊNDICES.....	63
8. VITA.....	95

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1- Caracterização das amostras de farelo de soja e do grão de soja submetido à tratamento térmico e/ou com adição de lignossulfonato de Ca (lig-Ca).....	25
2- Composição dos farelos de soja de diferentes empresas e seus respectivos valores de MS e PB (% MS).....	32
3- Nitrogênio amoniacal liberado <i>in vitro</i> (% da MS e do N-total) e em valores relativos ao farelo de soja padrão, de derivados do grão de soja submetido ao tratamento térmico e/ou químico.....	35
4- Degradação ruminal da proteína de derivados do grão de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico, após 16 horas de incubação ruminal, de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR) e em valores relativos à amostra padrão.....	38
5- Estimativa do percentual de digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> da proteína não degradável no rúmen (DI), da PNDR digestível do intestino delgado (% PB), e em valores relativos à amostra padrão, de derivados do grão de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico.....	42
6- Médias de liberação de N-NH ₃ <i>in vitro</i> (% da MS e do N-total) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas, após 6 horas de incubação.....	47
7- Valores médios do percentual da proteína não degradada no rúmen (PNDR), digestibilidade intestinal (DI) e da PNDR digestível no intestino delgado (% PB e g/kg MS), dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas.....	49

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1-Produção de N-NH ₃ (% N-total) liberado após 6 horas de incubação de T1-Farelo de soja padrão , T2- grão partido de soja, T3- 120°C (30'), T4- 140°C (30'), T5- torta prensada e moída, T6- 120°C (30'), T7- 2% Lig-Ca+110°C (30'), T8- 2% Lig-Ca+135°C (45'), T9- 2% Lig-Ca+140°C (60'), T10- 4% Lig-Ca+120°C (30'), T11- 4% Lig-Ca+135°C (45'), T12-farelo de soja "expeller", nos dois períodos de avaliação.....	36
2-Degradação ruminal da proteína bruta de T1-Farelo de soja padrão, T2- grão partido de soja , T3- 120°C (30'), T4- 140°C (30'), T5- torta prensada e moída, T6- 120°C (30'), T7- 2% Lig-Ca+110°C (30'), T8- 2% Lig-Ca+135°C (45'), T9- 2% Lig-Ca+140°C (60'), T10- 4% Lig-Ca+120°C (30'), T11- 4% Lig-Ca+135°C (45'), T12-farelo de soja "expeller", nos dois períodos de avaliação, após 16 horas de incubação ruminal.....	39
3-Correlação entre os valores encontrados para N-NH ₃ (% N-total) e para a PDR (% da PB) das amostras de derivados de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico.....	41
4-Digestibilidade intestinal da PNDR de T1-Farelo de soja padrão, T2- grão partido de soja , T3- 120°C (30'), T4- 140°C (30'), T5- torta prensada e moída, T6- 120°C (30'), T7- 2% Lig-Ca+110°C (30'), T8- 2% Lig-Ca+135°C (45'), T9- 2% Lig-Ca+140°C (60'), T10- 4% Lig-Ca+120°C (30'), T11- 4% Lig-Ca+135°C (45'), T12-farelo de soja "expeller" nos dois períodos de avaliação.....	43
5-Valores médios individuais das variáveis: a) N-NH ₃ (% N-total); b) PNDR (% PB) e c) DI da PNDR (%PB) das 21 amostras de farelo de soja obtidos de 5 empresas.....	53

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das mais importantes culturas agrícolas mundiais e tem sua produção destinada à obtenção de óleo e proteínas para o consumo humano, sendo o farelo o principal subproduto amplamente empregado na alimentação animal. O grão de soja, cru ou tratado pelo calor, também vem se tornando um alimento de uso crescente na alimentação animal.

O farelo de soja pode variar na composição dos nutrientes, dependendo dos genótipos das variedades, do ambiente no qual o grão é cultivado e também por se tratar de um subproduto onde a matéria-prima sofre uma série de tratamentos na pré-industrialização (colheita, secagem, armazenamento, transporte) além do processamento térmico em si, podem causar sensíveis diferenças no seu valor nutritivo.

No Rio Grande do Sul, segundo cadastro da FIERGS (comunicação pessoal), atuam 11 indústrias processadoras do grão de soja para obtenção de óleo e farelo, as quais são: Bertol (Passo Fundo), Bianchini (Canoas), Bunge Alimentos (Rio Grande e Esteio), Oleoplan (Veranópolis), Camera (Santa Rosa), Zaffari (Passo Fundo), Baldo (Encantado), Giovelli (Guarani das Missões), Granóleo (Porto Alegre), Warpol (Guarani das Missões) e ADM (Santa Rosa). Portanto, é de se supor que diante de tantas empresas processadoras e de eventuais pequenas variações nas técnicas de

processamento os farelos de soja do mercado gaúcho estejam sujeitos a variações na qualidade do produto final.

O farelo de soja, comumente usado como suplemento protéico na dieta de vacas leiteiras, apresenta-se como um alimento palatável, amplamente difundido, e como ingrediente com uma vantajosa relação de custo/benefício. Entretanto, a proteína do farelo é extensivamente degradada no rúmen e, especialmente, na alimentação de vacas leiteiras de alta produção, há a necessidade de oferecer-se fonte protéica de menor degradabilidade, visando o aumento da proteína metabolizável no intestino (mais proteína da dieta, sem prejuízo à produção de proteína microbiana no rúmen) principalmente ao início da lactação.

Portanto, o tratamento da proteína do farelo de soja ou do grão de soja com agentes que visem diminuir sua degradabilidade ruminal vem sendo objeto de muitos estudos.

O presente estudo objetivou avaliar com um método *in vitro* relativamente simples e expedito a variação encontrada em amostras de farelos de soja produzidos no Rio Grande do Sul, em relação à características nutricionais importantes para o ruminante, bem como testar o efeito de vários tratamentos do grão sobre essas mesmas características.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Processamento industrial do grão de soja

O grão de soja integral, de acordo com o NRC (2001), contém em torno de 39% de proteína bruta e 19% de extrato etéreo na matéria seca, o que o caracteriza como um alimento de alta concentração protéica e energética.

O processo de industrialização do soja inicia-se com o esmagamento e a extração do óleo. Após passar por processos de secagem, para retirada de umidade e limpeza, o grão é quebrado e prensado em pequenas lâminas, que, transformadas em massa, são lavadas com solvente derivado de petróleo (hexano). De modo geral, o processo de extração de óleos por solventes, do grão de soja e sementes de outras oleaginosas, ocorre quando a matéria-prima fica em contato com um solvente que dissolva o óleo. A mistura de solvente e óleo, chamada de micela, é separada do farelo, que é o resíduo da extração e, finalmente, a micela é decomposta, por destilação do solvente, em óleo bruto para a refinação e solvente livre, que é reutilizado em nova extração (Silva & Turatti, 1991).

O produto fica impregnado com óleo e posteriormente é feita a separação, por evaporação, passando ainda por um sistema de retirada de goma (degomagem) para alcançar o estágio de óleo bruto. A massa restante,

após secagem e tostagem, resulta no farelo. A goma tanto pode ser utilizada para a produção de lecitina de soja quanto ser adicionada ao farelo.

Segundo Travaglini et al. (1980), nesse processo é muito importante o controle da temperatura do ar de secagem, de modo que sejam evitadas alterações indesejáveis, principalmente na qualidade protéica do farelo.

O método descrito anteriormente é usado por praticamente todas as unidades de esmagamento em atividade atualmente no Brasil, que nos anos 70 trocou a técnica de extração do óleo por prensagem pelo uso do solvente. Algumas fábricas utilizam uma extrusora para aumentar a densidade da massa e facilitar a extração do óleo. No início do processo industrial pode ser feita a retirada da casca do grão, resultando num farelo de maior quantidade de proteína (hipro).

O destino do óleo é o refino e o farelo vai para a alimentação animal, diretamente ou através das misturas feitas pelas fábricas de ração. O aproveitamento médio do grão é de 79% de farelo e 19,8% de óleo bruto.

O processo industrial mais utilizado para obtenção do farelo comercial envolve um sistema de torre vertical, onde o farelo com solvente é misturado em ambiente saturado de vapor atingindo uma temperatura aproximada de 100 °C e através de um sistema de rosca, o farelo tostado vai sendo retirado em estágios sucessivos. O solvente é eliminado praticamente nos primeiros estágios do processo (Rohr, 1971).

2.2. Processo de tostagem do farelo de soja

Desde o trabalho de Osborne & Mendel (1917), citados por Ward (1996), uma grande quantidade de pesquisas tem demonstrado a necessidade de processamento do farelo de soja cru, a fim de reduzir ou eliminar vários fatores antinutricionais. Estes são tipicamente reconhecidos como inibidores das proteases, proteínas alergênicas, lipoxigenases, e lecitinas. O composto protéico “fator anti-tripsina” e os outros componentes prejudiciais são sensíveis ao calor. Os mesmos podem ser rapidamente inativados por tratamento térmico, principalmente em presença de umidade. Para isto, submete-se o farelo ao processo chamado “tostagem”.

Como a umidade reduz grandemente a resistência do fator anti-tripsina ao calor, é necessário umedecer o farelo durante o aquecimento. Nas instalações construídas especialmente para extração de óleo de soja, existem equipamentos adequados que garantem a tostagem do farelo durante o processo. Para isto, nas instalações contínuas, nos primeiros estágios do recuperador de solvente é diretamente insuflado vapor. O farelo de soja, ainda com o solvente, recebendo o vapor direto, adquire a umidade ideal (18-20%) e temperatura (100-105 °C) para a destruição do fator anti-tripsina (Rohr, 1971).

Nas instalações descontínuas os extratores dispõem de misturadores mecânicos que garantem a exposição uniforme do farelo ao calor úmido do vapor direto, durante o processo de tostagem. Neste caso, a recuperação do solvente do farelo extraído ocorre simultaneamente com a tostagem do mesmo.

Geralmente, considera-se que 100 °C durante 20 a 25 minutos e uma umidade de 16 a 18%, são as condições ideais para uma tostagem do farelo de soja “em separado”, ou seja, posterior à extração por solvente. O equipamento usual para esta tostagem é do tipo misturador horizontal, no qual o farelo é misturado em ambiente de vapor direto saturado, à umidade e temperatura uniformes. O processo é contínuo, entrando em um lado o farelo cru, e saindo no outro, por extravasamento, o tostado. Esse é seco após sair do tostador, a fim de reduzir a umidade do farelo tostado para o limite de 12%, internacionalmente estabelecido (Rohr, 1971).

Segundo este mesmo autor, as modificações que ocorrem no farelo de soja durante a tostagem são múltiplas e ainda não totalmente estudadas. A temperatura, a umidade e a duração do processo térmico são reconhecidos como os fatores mais importantes e determinantes do valor nutritivo do produto final.

2.2.1. Avaliação do processamento do farelo de soja

Para monitorar a qualidade do processamento ao qual é submetido o farelo de soja, existem algumas análises específicas, como: atividade ureática e proteína solúvel que determinam o efeito sobre a qualidade e disponibilidade dos nutrientes no farelo de soja que podem ser afetados pelo processamento térmico inadequado do grão de soja, influenciando diretamente o seu valor nutricional (Runho, 2001).

A solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (KOH) também é utilizada para avaliar a qualidade do processamento do farelo de soja. A

classificação do farelo de soja nas categorias “excelente”, “bom”, “razoável” e “deficiente” considera valores de solubilidade acima de 85%, 80%, 75% e abaixo de 75%, respectivamente. O grão de soja pode apresentar até 100% de sua proteína bruta solúvel em KOH, entretanto, à medida que é submetido ao processamento térmico, com o objetivo de destruir os fatores antinutricionais presentes, haverá uma queda na solubilidade da proteína e conseqüentemente uma queda na disponibilidade da proteína e dos aminoácidos para os animais.

A análise da atividade ureática é um indicador da destruição dos fatores anti-nutricionais presentes no grão de soja. Sua metodologia consiste em determinar a redução na atividade da enzima urease, presente no grão de soja, a qual é destruída pelo calor. Portanto, com a inativação da enzima urease teoricamente os fatores antinutricionais estariam destruídos. De uma maneira geral essa análise determina se o farelo de soja recebeu processamento térmico suficiente para inativar os fatores antinutricionais presentes no grão. Um bom indicativo da adequação do processamento térmico do farelo de soja, considera uma atividade ureática com valor de pH variando de 0,01 até no máximo de 0,15.

Segundo Rohr (1971), a metionina é o principal aminoácido essencial que limita o aproveitamento ou eficiência das proteínas da soja. Sua resistência ao calor se aproxima muito à do fator anti-tripsina e, portanto, ao destruir este último, sempre haverá perda de metionina.

2.3. Farelos de soja e sua variação

Swich (2001), referindo a produção mundial, ressalta que o farelo de soja representa mais da metade da produção total de todos os farelos.

Por se tratar de um subproduto obtido após a extração do óleo, o farelo de soja passa por uma série de processamentos que podem afetar a sua qualidade nutricional. Conforme descrito anteriormente, o processamento engloba diversas operações, desde o preparo da soja até a embalagem do produto final, podendo ocorrer variações, conforme a técnica e os equipamentos utilizados, e também o grau de acabamento que se queira dar ao produto final.

Segundo Rohr (1971), a conservação, armazenamento e o processamento do farelo (emprego de altas temperaturas) por tempo prolongado afetam o valor nutritivo do mesmo, destruindo ou inutilizando determinados aminoácidos essenciais. Assim, pode-se avaliar a importância que tem, principalmente durante a tostagem do farelo, o controle rigoroso da temperatura a qual é submetido durante o processamento industrial do soja. De acordo com o mesmo autor, a diminuição do valor nutritivo é explicada pela destruição parcial de alguns aminoácidos essenciais, pela formação de cadeias polipeptídicas não hidrolizáveis, e pela perda de considerável parte da vitamina B₁.

Hackler & Stillings (1967), citados por Travaglini et al. (1980) observaram que a lisina é o aminoácido mais sensível à temperaturas mais elevadas de secagem, resultando em decréscimo no valor biológico do produto final.

Johnson & Wang (2000), realizaram uma avaliação comparativa da composição e características qualitativas de treze amostras de farelos de soja obtidos do processamento por extrusão a seco e expansão, nove amostras obtidas por extração com solvente e uma obtida por prensagem com rosca. Os autores concluíram que existem diferenças significativas na composição dos farelos, dependendo do processo de extração empregado, o que implica em o nutricionista estar ciente destas diferenças para assegurar maior confiabilidade na formulação de dietas.

Easter et al. (2000) conduziram um estudo para determinar a disponibilidade de aminoácidos das amostras de farelos de soja na dieta de suínos. Estas foram testadas em cinco instituições de pesquisa usando técnicas similares, e os resultados indicaram diferenças entre laboratórios, variação em digestibilidade por região e/ou por método de processamento, com valores situados abaixo dos encontrados em tabelas.

Runho (2001) testou a qualidade do processamento de farelos de soja oriundos de diversos fornecedores nacionais. Neste estudo, aproximadamente 1700 amostras foram submetidas a análises de atividade ureática e proteína solúvel. Segundo o autor, foi verificado que aproximadamente 93,5% das amostras analisadas encontraram-se dentro do padrão esperado (acima de 80% de solubilidade) e 6,5% estariam abaixo das especificações de qualidade desejada para o farelo de soja. Os resultados das análises de atividade ureática das amostras demonstraram que aproximadamente 96,4% das amostras apresentaram pH para urease entre 0,01 e 0,15, sendo considerado adequado o processamento térmico, o que

evidencia que apenas 3,6% das amostras estariam fora do padrão esperado para o ingrediente.

Segundo Swick (1998), dados de estudos usando farelo de soja de diferentes fontes não são frequentemente muito claros. Conforme este autor, Irish & Balnave (1993) examinaram o crescimento de frangos alimentados com farelo de soja comercial de várias fontes e demonstraram que a solubilidade da proteína em KOH e o pH da atividade ureática das amostras dos farelos de soja variaram, respectivamente, de 72,1% a 82,8% e de 0,01 a 0,28. O ganho de peso de frangos variou 13% entre as oito fontes testadas, havendo relação entre ganho, atividade ureática e solubilidade em KOH. As diferentes performances entre fontes de farelo de soja foram observadas mesmo que todas estivessem dentro das especificações de qualidade aceitas. Portanto, esta diferença poderia ser devida à variação dos níveis de outros fatores antinutricionais, visto que proteínas antigênicas, lipoxigenases, saponinas, lectinas, fitinas, oligossacarídeos, polissacarídeos não-amídicos e isoflavonas estão presentes na soja e podem afetar a performance em respostas negativas ou positivas. Pouco se sabe sobre estas interações com outros nutrientes e como as alterações genéticas de cultivares da soja, bem como condições agrônômicas tais como stress térmico, fertilização, maturidade à colheita, temperatura de armazenamento, longo período de armazenamento e danos por insetos ou tratamento podem afetar todos os níveis destes fatores e a qualidade do produto final.

Em relação aos ruminantes, o farelo de soja é considerado como o suplemento protéico predominante na alimentação do gado leiteiro. Todavia,

não foi encontrada literatura específica relacionando o efeito do processamento industrial do grão de soja para a produção de farelo com a degradabilidade de sua proteína no rúmen. Embora, em dietas para vacas de alta produção, haja a necessidade de aumentar a quantidade de proteína não degradável (NRC, 1989; NRC, 2001).

Num estudo realizado por Stern et al. (1997), em cinco amostras de farelo de soja comum, a proteína não degradável no rúmen apresentou a média de 25 % (da proteína bruta total), variando de 22 a 29 %. Em seis amostras de farelo de soja produzido pela prensagem do grão (expeller) o valor médio subiu para 47 %, variando de 38 a 53 %, enquanto que com seis amostras de farelo de soja tratado com lignossulfonato a média foi de 66 %, com uma amplitude de 57 a 77 %.

O NRC (2001), utilizando um sistema mecanicista, desenvolvido a partir de dados *in situ*, estima no farelo de soja *hipro* (48 % de PB) obtido por extração com solvente, uma proporção de proteína não degradável no rúmen de 30,8 a 42,6 % do teor de proteína bruta, respectivamente, para níveis de consumo de MS de 2 % e 4 % do peso vivo. Nessa mesma tabela do NRC o farelo de soja comum (44 % de PB) mostra, respectivamente, essa proporção de proteína não degradável de 24,3 a 34,6 % da proteína bruta. Em contraposição, para esses mesmos níveis de consumo, a referida tabela do NRC apresenta esses valores de proteína não degradável, de 58,0 a 69 % para farelo de soja (45 % de PB) obtido por prensagem e de 69,4 a 79,4 % para um farelo de soja submetido à caramelização não enzimática (nonenzymatically browned).

Segundo Poncet et al. (1995), os alimentos tem perfis distintos de aminoácidos, como também existem diferenças individuais entre os aminoácidos quanto às suas taxas de degradabilidade ruminal. Provavelmente esta variação ocorre em função das propriedades inerentes às proteínas e aminoácidos e os procedimentos no processamento dos alimentos parecem ser os principais fatores envolvidos.

Assim, componentes comuns das dietas de ruminantes como os farelos ou os grãos integrais e os subprodutos de origem animal comportam-se diferentemente entre e dentro de uma mesma espécie animal no que se refere aos aminoácidos disponíveis para absorção no trato posterior.

2.4. Os derivados da soja como fontes protéicas para ruminantes de alta produção

Durante muitos anos a exigência em proteína bruta foi o principal parâmetro considerado na formulação de dietas para os ruminantes buscando atender a demanda protéica. Tal procedimento era fundamentado no fato de que todas as fontes nitrogenadas, consideradas de boa ou má qualidade, eram convertidas em sua maior parte em proteína microbiana sintetizada no rúmen .

Embora a proteína microbiana seja excelente fonte de aminoácidos para o animal, a quantidade que atinge o duodeno pode não ser suficiente para atender às elevadas exigências de alguns animais, principalmente vacas leiteiras de alta produção no início da lactação e animais em crescimento acelerado. Dessa forma, para o suprimento do débito protéico não garantido

pela proteína microbiana, torna-se necessária a inclusão de fontes protéicas de maior escape, ou de menor degradabilidade ruminal.

Contudo, segundo o NRC (2001), também é necessário proporcionar quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) para uma adequada eficiência ruminal e obter a produtividade animal que se deseja com a menor quantidade possível de proteína bruta na dieta. A otimização da eficiência de uso da proteína bruta requer uma seleção de alimentos protéicos e suplementos à base de proteína verdadeira ou até de nitrogênio não protéico (NNP) que proporcionem os tipos e quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) que atinjam, mas não excedam, as quantidades exigidas pelos microorganismos ruminais para a síntese máxima de proteína microbiana e, simultaneamente, atinjam as quantidades de proteína não degradável no rúmen (PNDR) digestível no intestino.

Segundo Santos et al. (1998), qualquer recomendação sobre o fornecimento de proteína para vacas de alta produção, visando otimizar a produção leiteira, deveria, também, levar em consideração as exigências de aminoácidos essenciais, especificamente lisina e metionina, que parecem ser os mais limitantes. Estes autores comentam que existe uma grande variação quanto ao perfil de aminoácidos dos alimentos usados como fonte protéica na confecção de rações para vacas em lactação.

As farinhas de pena, de peixe, bem como outros sub-produtos de origem animal, ainda que apresentem proteína intrinsicamente protegida da degradação no rúmen e não estejam proibidos, apresentam limitações no que

se refere ao custo, à disponibilidade e à uniformidade dos materiais ofertados ao mercado.

Stern et al. (2000) afirmam que, em geral, o farelo de soja, além de prover uma excelente fonte de proteína degradável fornecendo nitrogênio amoniacal, aminoácidos e peptídeos disponíveis para os microorganismos sintetizarem elevadas quantidades de proteína microbiana, disponibiliza também proteína não degradável no rúmen, de alta qualidade e facilmente digerida no intestino delgado.

De acordo, ainda, com o NRC (2001), proteínas protegidas da degradação no rúmen, bem como suplementos protéicos que apresentam uma baixa degradabilidade intrínseca, são importantes na nutrição do gado leiteiro face ao baixo teor de proteína não degradável no rúmen, mas digestível no intestino, encontrado na maioria dos alimentos.

2.5. Tratamento térmico e químico do grão de soja e subprodutos

Já há algum tempo, os países com pecuária leiteira evoluída vêm desenvolvendo pesquisas com o objetivo de encontrar formas de tratamento que viabilizem o aumento da porção de proteína não degradável nos alimentos.

Atualmente, existem produtos comerciais nos EUA que apresentam proteína com menor degradação ruminal, como o SoyPlus® (West Central Cooperative, Ralston, IA) e SoyBest (Grain States Soya Inc., West Point, NE), que são farelos de soja obtidos da prensagem do grão (processo *expeller*) e cocção da massa, o Soy King, (Topeka, KS) o InstaSoy-XP, (Soy-Co, Adams,

WI) o SoyMax (Reinemann & Sons, Reedsville, WI), obtidos pelo processo de prensagem e extrusão do grão de soja, o Soy Pass®, (Ligno Tech USA, Overland Park, KS), produzido pela caramelização não enzimática de farelo de soja extraído por solvente e o Amino Plus® (AGP, Omaha, NE) onde o farelo de soja, sem cascas, extraído por solvente também é processado termicamente. No mercado brasileiro são ofertados o Vialac-Formula, Vialac-PMV, Vialac-Proteína (produtos Socil Guyomarch S.A.).

Todavia, o custo relativamente alto e a pequena resposta animal observada em alguns experimentos, assim como a reduzida disponibilidade, tem limitado a adoção de proteínas de escape nas dietas de ruminantes (Carvalho, 2001). Devido ao alto custo dos suplementos protéicos, métodos usando tratamento térmico tem sido desenvolvidos para aumentar o conteúdo de proteína não degradável dos alimentos comumente usados na alimentação animal, tais como o grão e o farelo de soja (Mcniven et al., 1994; Prestloklen, 1999).

Vários métodos de tratamento das proteínas tem sido usados para reduzir sua degradação no rúmen os quais podem ser classificados em químicos e físicos. Os tratamentos químicos, por sua vez, podem ser divididos em métodos nos quais o produto químico combina-se com as proteínas, como ocorre no tratamento com formaldeído, e aqueles nos quais o produto químico desnatura a proteína, como no caso do tratamento com álcool, hidróxido de sódio e ácido propiônico (Lin & Kung Jr., 2000). Há ainda outras possibilidades já exploradas de proteção da proteína da degradação ruminal que incluem a

formação ou adição de aldeídos, taninos, bentonita de sódio, lignossulfonato de cálcio, sangue, hidrolisado de peixe e xilose (Frosi, 1998).

Entre os tratamentos físicos o mais bem sucedido tem sido o processamento pelo calor. Neste, dentre as várias possibilidades de aquecimento estão a extrusão (uso de calor aliado à pressão), a autoclavagem (calor úmido) e a tostagem. Essa última apresenta a vantagem do menor custo. Porém, cuidados são necessários a fim de evitar o super-aquecimento do material em tratamento, uma vez que excesso de calor pode, ainda que atingido o objetivo, de escapar à degradação ruminal, diminuir a digestibilidade intestinal da proteína.

Vários processos continuam sendo testados a fim de se obter controle da degradabilidade ruminal da proteína do farelo de soja. Métodos como o tratamento com tanino, hidróxido de sódio e formaldeído podem induzir à mudanças na estrutura protéica dificultando a clivagem da proteína. Mais recentemente, a ação conjunta do calor e de açúcares redutores (frutose e xilose) vem sendo testada como processo de redução da degradabilidade protéica ruminal, utilizando ensaios na busca do tratamento ideal em função da temperatura, tempo de exposição ao calor e concentração dos açúcares redutores (Bianchini et al., 1997).

A fim de melhorar o desempenho de ruminantes usando dietas compostas por alimentos como o farelo ou o grão de soja, os quais são naturalmente altamente degradáveis, o tratamento térmico tem sido o método mais utilizado, tanto para proteger a proteína da degradação ruminal como para minimizar os efeitos de eventuais fatores anti-nutricionais.

Segundo Windschitl & Stern (1988), o tratamento térmico do farelo de soja com lignossulfonato de cálcio tem proporcionado uma diminuição na degradação protéica do farelo em fluido ruminal.

A literatura mostra resultados de trabalhos com fontes protéicas de uso não muito comum, como grãos de tremoço (*Lupinus albus*) e sementes de fava (*Vicia faba*) submetidos a tostagem nos trabalhos de Yu et al. (1999a), Yu et al. (1999b) e Yu et al. (1999c); grãos de canola tratados com calor e/ou tanino condensado (Santos et al., 1997) e também com alimentos de uso corrente como farelo de soja tratado com açúcares redutores e submetido a tratamento térmico (Bianchini et al., 1997) e grão de soja, submetido a tostagem, em diferentes temperaturas (Frosi & Mühlbach, 1998 a,b; Carvalho, 2001).

Atualmente, há a necessidade de se empregar procedimentos laboratoriais que sejam simples e efetivos na detecção de alterações produzidas principalmente na fração protéica dos alimentos, quando submetidos a tratamento térmico e químico.

2.6. Avaliação dos efeitos do tratamento térmico na degradação ruminal e digestibilidade intestinal

Os valores obtidos por métodos *in vivo*, *in situ* ou *in vitro* estão sujeitos a algum grau de erro, como o tempo de permanência no rúmen, sendo que as taxas de proteólise e de desaminação variam, e com ela as taxas de degradação, gerando maiores riscos para extrapolar os resultados para outras condições. Some-se a isto a variedade de processamentos, especialmente

tratamentos térmicos e modificações da estrutura física (granulometria) que sofrem os alimentos até sua inclusão nas rações, como o que ocorre com os subprodutos animais ou vegetais.

Métodos enzimáticos são vantajosos por serem completamente independentes do animal, o que poderia significar menor variação e maior facilidade de padronização. Malafaia & Vieira (1997) concluíram que a utilização de proteases extraídas do líquido ruminal constitui técnica de baixo custo tendo resultado em taxas de degradação das frações da proteína semelhantes às descritas na literatura. Mas, a validade biológica do método pode ser limitante, uma vez que pode ocorrer atividade enzimática incompleta em relação ao que sucede no rúmen. Neste método, dois aspectos cruciais são a concentração enzimática utilizada e o pH.

Os sistemas de exigências nutricionais que dão suporte à formulação de rações para ruminantes, enfatizam a necessidade de se considerar a degradação ruminal e a digestão pós-ruminal das proteínas contidas nos alimentos (Sniffen et al., 1992; NRC, 1996). Os métodos empregados para estimar as taxas de degradação das proteínas possuem determinadas limitações, como rotina laboratorial, que restringem sua utilização (Nocek, 1988, Broderick, 1995). Nesses métodos enquadram-se as técnicas gravimétricas *in situ* e *in vitro* e as incubações com proteases oriundas do *Streptomyces griseus* e da microbiota ruminal.

Atualmente, é necessário avaliar a qualidade da proteína da dieta, permitindo de forma simples e rápida comparar a degradabilidade de diferentes fontes protéicas utilizadas como suplementos na alimentação de ruminantes. E

com o surgimento de proteínas protegidas no mercado faz-se necessário o uso de um método expedito, simples e de fácil utilização que permita testar o produto final e monitorar os efeitos dos tratamentos térmicos e/ou químicos para a obtenção destas proteínas tratadas.

2.7. A liberação de amônia *in vitro* como estimativa da PDR

Os métodos *in vitro* para avaliar a degradação da proteína ruminal são de elevada potencialidade, devido à rápida predição dos padrões da fermentação e da degradação ruminal *in vivo* (Londoño Hernández et al., 2002). Entretanto, a quantificação da taxa e extensão da degradação, utilizando microorganismos ruminais, apresentam desvantagens devido ao fato de os microorganismos utilizarem os produtos da degradação para crescimento, resultando em uma subestimativa da degradação. Uma das grandes vantagens do uso das técnicas *in vitro* reside na sua rapidez, na uniformidade de condições dentro do microambiente de fermentação e na conveniência de não se manter muitos animais fistulados. Por outro lado, podem ser preditos mais rapidamente os padrões da fermentação e da degradação ruminal *in vivo*.

A amônia é o principal produto da ação microbiana sobre as proteínas no rúmen e, portanto, a sua liberação durante incubação de alimentos *in vitro* em mistura com o líquido ruminal deve guardar relação com a degradabilidade da proteína do substrato.

O método da liberação de amônia *in vitro* é relativamente simples, de baixo custo e rapidez, necessitando, apenas de um animal com fístula no

rúmen, para obtenção do inóculo, de incubadora ou banho-maria e de uma metodologia adequada para determinação do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$). Nesta determinação o grau de degradação será função da quantidade de amônia liberada durante o processo. O método apresenta como inconveniente a possibilidade de incorporação concomitante, pelos microorganismos ruminais, do NH_3 liberado, já que a proteólise e síntese protéica podem ocorrer simultaneamente (Van Soest, 1994). Tremblay et al. (1996) enfatizaram a demanda da indústria de rações por um método rápido e confiável para identificar suplementos protéicos submetidos a tratamento térmico, propondo a estimativa pela espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal (NIRS). Todavia, recomendam mais pesquisas para a evolução do método.

Atualmente, uma questão que deve ser levada em consideração ao se definir critérios para selecionar fontes protéicas que deverão compor as dietas de vacas leiteiras e que está intimamente ligada ao seu maior ou menor grau de degradabilidade ruminal, é o destino da amônia liberada no rúmen.

Uma das razões para se manipular a liberação de amônia no rúmen através do uso das proteínas protegidas é a de aumentar a oferta e o balanço de aminoácidos que chegam ao intestino.

Neste sentido, têm sido desenvolvidos trabalhos como os de Bianchini et al. (1997) que verificaram após incubação "in vitro" por seis horas ser possível detectar diferenças significativas nos valores absolutos e relativos de liberação de amônia de amostras de farelo de soja submetido a diferentes tratamentos térmicos e/ou à adição de açúcares redutores (pentose, hexoses). Já Frosi & Mühlbach (1998a) constataram que um período de quatro horas de

incubação *in vitro* também possibilitou a detecção de diferenças significativas na liberação de amônia de amostras de grão de soja cru ou tostado por 3, 4, 5 ou 7 minutos em forno elétrico a 350°C.

2.8. Digestibilidade intestinal da PNDR

A quantidade de proteína disponível para absorção no intestino delgado depende do fluxo de proteína microbiana e de proteína da dieta que escapa à degradação microbiana (proteína metabolizável), bem como de suas respectivas digestibilidades intestinais. Estas são definidas pela ação da pepsina no abomaso e das proteases do suco gástrico e do intestino delgado (Stern et al., 1997).

As taxas de degradação são responsáveis pelo maior ou menor escape de compostos nitrogenados do rúmen e pelo atendimento das exigências dos microorganismos ruminais. Conseqüentemente, a determinação da degradabilidade ruminal da proteína, sem o conhecimento da digestibilidade intestinal da fração que escapa à degradação ruminal, parece não ser uma recomendação adequada (Valadares Filho, 1995).

Uma maneira de se avaliar a digestibilidade pós-ruminal da proteína não-degradada no rúmen é realizada por intermédio da técnica de sacos de náilon móveis. Entretanto, os estudos utilizando animais canulados são laboriosos, caros e requerem tratamento especial (Londoño Hernandez et al., 2002). Com o intuito de facilitar este tipo de avaliação, Calsamiglia e Stern (1995) desenvolveram a técnica *in vitro* de três estágios para estimar a digestibilidade intestinal da proteína de vários alimentos. A técnica assume que

a contaminação microbiana é mínima e mostrou-se sensível ao avaliar o efeito do processamento térmico e a presença do fator inibidor da tripsina dos alimentos e tendo alta correlação com estudos *in vivo*. O NRC (2001) recomenda utilizar as técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios para estimar a digestibilidade intestinal da PNDR.

Segundo Frosi & Mühlbach (1998b), o método de Calsamiglia & Stern (1995), permitiu detectar diferenças significativas na digestibilidade intestinal *in vitro* do resíduo protéico do grão de soja tostado em forno elétrico, a 350 °C, durante 4 e 7 minutos, que resultou em, 86,68 e 82,24% de digestibilidade, respectivamente, e 83,33% para o grão de soja cru.

Carvalho (2001), usando o mesmo método, encontrou resultados de digestibilidade de 86,30; 88,80; 65,03 e 82,47% para grãos de soja cru, tostados a 380 °C (2 min) e 490 °C (2 min) mantidos em “steeping” (armazenamento em recipiente isotérmico) e tostados a 380 °C (3 min) sem “steeping”, respectivamente.

Diante do que foi consultado na literatura, existe a necessidade de uma melhor avaliação da qualidade dos farelos de soja comercialmente disponíveis para alimentação animal, no caso mais específico de ruminantes, como também existe a necessidade da formulação de suplementos de alto valor protéico, a partir do grão de soja e seus subprodutos tratados termicamente e/ou com açúcares redutores, com potencial para uso como fonte de proteína de escape.

Portanto, através de métodos expeditos *in vitro* e *in situ* visa-se testar a degradabilidade ruminal da proteína, através dos testes de liberação de

amônia e verificar a digestibilidade intestinal da PNDR de farelos de soja produzidos pela indústria através da digestão enzimática, bem como determinar até que ponto existe uma variação entre os produtos disponíveis no mercado.

No presente trabalho procurou-se, também, avaliar a sensibilidade desses testes em detectar diferenças entre amostras oriundas do mesmo material original, porém submetidas a tratamentos térmicos e/ou químicos crescentes e cumulativos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento 1

3.1.1. Matéria-prima

Os materiais avaliados (tratamentos), constaram de 9 amostras de grãos de soja tratados termicamente e/ou com adição de lignossulfonato de cálcio (Vixil), uma amostra do grão de soja partido, uma amostra de farelo de soja convencional (F. Soja 1), uma amostra de farelo de soja “expeller” (F. Soja 2), fornecidas pela empresa Bunge Alimentos S.A., localizada no município de Esteio – RS, conforme descrito na tabela 1 e apêndice 1.

3.1.2. Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) “Prof. Geraldo Veloso N. Vieira”, e no Laboratório de Nutrição Animal “Dulphe Pinheiro Machado”. Ambos pertencem ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre – RS.

3.1.3. Liberação de amônia *in vitro*

3.1.3.1. Preparação das amostras e do animal doador de fluido ruminal

Dos materiais foram amostrados aproximadamente 300 g, que posteriormente foram moídos finamente, através de peneira de 1,0 mm, em moinho tipo Wiley.

Tabela 1. Caracterização das amostras de farelo de soja e do grão de soja submetido à tratamento térmico e/ou com adição de lignossulfonato de Ca (lig-Ca).

Amostra	Tratamento	Descrição do tratamento
1	T1	Farelo de soja convencional , utilizado como referência
2	T2	Grão de soja integral partido ao meio sem tratamentos
3	T3	Grão partido aquecido de 20 a 90°C em 25 min + aquecimento de 90 a 120°C em 30 min
4	T4	Grão moído aquecido de 20 a 90°C em 20 min + aquecimento de 90 a 140°C em 30 min
5	T5	Torta moída (do grão partido) aquecido de 20-80°C em 60 min
6	T6	Torta moída aquecido de 20 a 90°C em 20 min + aquecimento de 90 a 105°C em 15 min + aquecimento de 105°C a 120°C em 15 min
7	T7	Torta moída + 2% Lig-Ca com aquecimento de 20 a 60°C em 30 min + aquecimento de 60 a 90°C em 10 min + aquecimento de 90 a 110°C em 30 min
8	T8	Torta moída + 2% Lig-Ca com aquecimento de 20 a 60°C em 30 min + aquecimento de 60 a 90°C em 10 min + aquecimento de 90 a 110°C em 30 min + aquecimento de 110-135°C em 15 min
9	T9	Torta moída + 2% Lig-Ca com aquecimento de 20 a 60°C em 30 min + aquecimento de 60 a 90°C em 10 min + aquecimento de 90 a 110°C em 30 min + aquecimento 110-135°C em 15 min + aquecimento de 135 a 140°C em 15 min
10	T10	Torta moída + 4% Lig-Ca com aquecimento de 20 a 50°C em 60 min + aquecimento de 50 a 90°C em 15 min + aquecimento de 90 a 110°C em 15 min + aquecimento 110-120°C em 15 min + aquecimento de 135 a 140°C em 15 min
11	T11	Torta moída + 4% Lig-Ca com aquecimento de 20 a 50°C em 60 min + aquecimento de 50 a 90°C em 15 min + aquecimento de 90 a 110°C em 15 min + aquecimento 110-120°C em 15 min + aquecimento de 120 a 135°C em 15 min
12	T12	Farelo de Soja obtido pela prensagem do grão de soja

Para cada amostra de material testado foram utilizadas três repetições de aproximadamente 0,5 grama cada. Estas amostras foram colocadas em tubos para centrífuga Nalgene, de 50 ml (Sigma-Style 3117, T.4668), equipados com tampas providas de válvulas de Bunsen, para posterior incubação.

Um bovino macho castrado, da raça Hereford, pesando 420 kg, fistulado no rúmen, foi usado como doador de líquido ruminal. Durante 5 dias antes da coleta de líquido de rúmen, foram fornecidos, diariamente, 7 kg de feno de alfafa de boa qualidade e 2 kg de concentrado (14% de proteína bruta), na relação 60:40 (vol:conc), distribuídos em duas refeições (8 h e 18 h).

3.1.3.2. Coleta do líquido ruminal e incubação dos substratos

Duas horas após a alimentação da manhã, foram coletados cerca de 2,5 litros de líquido ruminal em garrafa térmica, filtrados imediatamente através de 4 camadas de pano (tecido para fraldas). O fluído filtrado foi adicionado na proporção de 1:1 à solução (saliva artificial) de McDougall previamente mantida em banho-maria à temperatura de 39 °C (Johnson, 1966) sendo a mistura mantida nesta temperatura e saturada com CO₂.

Uma hora antes da incubação, as amostras de 0,5 grama de substrato de cada material, foram umedecidas com 0,5 ml da solução de McDougall e incubadas à 39°C.

Foram então medidos 40 ml do inóculo ruminal e adicionados aos substratos, saturado o meio com CO₂ e colocados os tubos num aparelho de

banho-maria com agitação tipo Dubnoff (Modelo TE-053, TECNAL) por 6 (seis) horas a 39°C, com agitação permanente dos tubos.

Encerrada a incubação, os materiais foram acidificados com 4 ml de HCl a 20 % (vol/vol). Todos os tubos foram então centrifugados (Sorvall® RC Refrigerated Superspeed Centrifuge) a 8.000 x g por 14 minutos e congelado o sobrenadante, em frascos plásticos, para posterior determinação de nitrogênio amoniacal.

3.1.3.3. Determinações e análises químicas e bromatológicas

Precedendo a incubação, foram coletadas amostras de todos materiais para serem analisados quanto ao teor de matéria seca determinada a 105 °C por 24 horas (AOAC, 1984) e N total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980). A determinação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) seguiu a técnica de microdifusão, segundo Voigt & Steger (1967).

3.1.4. Degradabilidade “in situ” da Matéria Seca e Nitrogênio

3.1.4.1. Animal utilizado

Para incubação ruminal dos materiais testados, foi utilizado o mesmo animal mencionado no item 3.1.3.1, submetido à mesma dieta e manejo alimentar citados, e repetidos os procedimentos em dois períodos.

3.1.4.2. Procedimentos experimentais

Foram colhidas amostras de cada tipo de material que em seguida foram processadas em moinho equipado com peneira de 2 mm (Nocek, 1988).

Foram pesadas 6 amostras de 5 g de cada material e acondicionadas em sacos de náilon com dimensões de 11 x 10 cm e poros de 50 microns, porém para os materiais dos tratamentos 2 e 5 (grão partido de soja e torta de soja prensada e moída) de degradabilidade alta, foram utilizados 18 saquinhos cada, sendo todos selados em seladora especial para tecido de náilon. Esse peso proporcionou uma relação de 45 mg/cm^2 e foi estabelecido em função da alta degradabilidade de certos materiais, o que foi necessário para garantir resíduo suficiente para as posteriores análises de matéria seca e nitrogênio.

Para incubação, os sacos de náilon foram distribuídos, ao acaso, dentro de sacos maiores, de material poroso, os quais foram, então, amarrados à extremidade de um fio duplo de náilon de 50 cm de comprimento ao qual foram fixados pesos de chumbo para garantir sua imersão dentro do rúmen, sendo incubados por 16 horas. Este tempo de incubação seguiu o proposto por Calsamiglia & Stern (1995) considerado como suficiente para avaliação posterior da digestão da proteína em solução de pepsina e pancreatina (em duas etapas). Após terminada a incubação, os saquinhos contendo o material remanescente (resíduo não degradado) foram retirados de dentro do rúmen e lavados em máquina de lavar (Brastemp®), durante 15 minutos, na opção tecidos delicados, para a retirada de qualquer resíduo proveniente do rúmen, aderido aos sacos. A seguir, o material foi colocado em estufa a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 48 horas. Foram, então, pesados e os desaparecimentos da matéria seca e nitrogênio dos materiais testados foram calculados como a perda de MS e N do conteúdo dos sacos (gramas perdidas/gramas incubadas). Posteriormente, as amostras (resíduos) foram reunidas, realizando amostras compostas por tipo

de material avaliado, para posteriores determinações de MS a 105°C e nitrogênio pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980) e digestibilidade intestinal *in vitro* da PNDR (Calsamiglia & Stern, 1995)

3.1.5. Digestibilidade intestinal *in vitro*

3.1.5.1. Procedimentos experimentais

Para esta fase experimental foram utilizados os resíduos remanescentes do experimento de degradação “*in situ*”, descrito no item 3.1.4.2. O procedimento adotado foi o proposto por Calsamiglia & Stern (1995).

Para a digestão enzimática da fração não degradada no rúmen dos resíduos, foram pesadas 4 amostras/material com aproximadamente 15 mg de nitrogênio por amostra e colocadas em tubos de 50 ml, especiais para centrífuga (Sigma Style 3117, T.4668). Foram adicionados, a cada tubo, 10 ml de solução 0,1N de HCl, de pH 1,9, contendo 1 g de pepsina (Sigma P-7012, Sigma) por litro. Após agitação manual inicial, os tubos foram incubados por uma hora em banho-maria com agitação tipo Dubnoff (Modelo TE-053, TECNAL), à temperatura de 38 °C. Depois da incubação, foi acrescentado ainda 0,5 ml de uma solução 1 N de NaOH e 13,5 ml de solução 0,5M de KH₂PO₄ (tampão, padronizada para pH 7,8, contendo 50 ppm de Timol), contendo 3 g por litro de pancreatina (Sigma P-7545, Sigma).

Novamente agitados manualmente, os tubos foram incubados por mais 24 horas a 38 °C, com agitação permanente e agitação manual a cada 8 horas. Uma vez terminada a incubação, 3 ml de uma solução 100 % (peso/vol) de ácido tricloroacético (TCA) foram acrescentados a cada tubo para cessar a

atividade enzimática e precipitar as proteínas não digeridas. Os tubos foram mais uma vez agitados manualmente e deixados em repouso por 15 minutos, sendo posteriormente centrifugados a 10.000 x g durante 15 minutos (Sorvall® RC Refrigerated Superspeed Centrifuge) e o sobrenadante congelado para posterior análise. Após descongelamento, foram coletadas alíquotas de 5 ml do sobrenadante de cada amostra e analisadas para nitrogênio solúvel, pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980), sendo calculada a digestibilidade da proteína da fração não degradada no rúmen dos materiais estudados.

A digestão em pepsina-pancreatina da proteína não degradada no rúmen (PNDR) foi calculada como o nitrogênio solúvel em TCA, dividido pela quantidade de nitrogênio da amostra (resíduo dos sacos). A partir do percentual de digestão intestinal da PNDR, foram calculados a porcentagem e o teor de proteína não-degradada no rúmen digestível no intestino delgado (PNDRD.).

3.1.6. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, utilizando como repetições os períodos 1 e 2 (repetida a técnica duas vezes), que foram considerados como blocos 1 e 2.

Os dados foram analisados pela análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os valores médios relativos ao padrão foram comparados pelo teste de Dunnet. As análises estatísticas foram executadas pelo Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores – SANEST (Zonta & Almeida, 1985).

O modelo matemático usado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor observado relativo à unidade k que recebeu o tratamento i no bloco j

μ = média geral

T_i = efeito do tratamento i

B_j = efeito do bloco j

E_{ijk} = contribuição do acaso (erro) verificada na unidade j que recebeu o tratamento i no bloco j

3.2. Experimento 2

3.2.1. Matéria-prima

Neste estudo foram utilizadas 21 amostras de farelos de soja, das empresas Bunge Alimentos, Camera, ADM, Bianchini e Bertol, fornecidas pela empresa Bunge Alimentos, Divisão Santista Alimentos S.A., Porto Alegre-RS. Estes materiais são apresentados na Tabela 2, com os respectivos valores de MS e PB (% MS).

3.2.2. Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) “Prof. Geraldo Veloso N. Vieira”, e no Laboratório de Nutrição Animal “Dulpe Pinheiro Machado”. Ambos pertencem ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre – RS.

Tabela 2. Composição dos farelos de soja de diferentes empresas e seus respectivos valores de MS e PB (% MS).

AMOSTRAS	DATA DE PRODUÇÃO	MS (%)	PB (% MS)
E1A1	26/03/01	89,42	48,31
E1A2	06/04/01	88,04	50,88
E1A3	23/04/01	87,78	52,56
E1A4	14/05/01	88,09	51,63
E1A5	23/08/01	88,68	52,06
E1A6	06/09/01	89,12	50,31
E2A1	04/02/01	88,84	49,69
E2A2	04/03/01	88,68	48,00
E2A3	15/03/01	88,58	50,33
E2A4	02/06/01	89,20	51,94
E3A1	28/08/01	88,11	51,94
E3A2	23/02/01	87,98	51,88
E3A3	13/03/01	89,02	50,75
E3A4	25/03/01	88,11	52,69
E3A5	10/08/01	87,48	49,06
E4A1	26/12/01	87,60	46,31
E4A2	03/01/02	87,73	51,31
E4A3	11/01/02	88,51	51,50
E5A1	05/01/02	88,50	47,44
E5A2	23/01/02	88,79	50,38
E5A3	13/02/02	88,55	53,75

* E1 = Empresa 1, E2 = Empresa 2, E3 = Empresa 3, E4 = Empresa 4, E5 = Empresa 5; A1 = Amostra 1, A2 = Amostra 2, A3 = Amostra 3, A4 = Amostra 4, A5 = Amostra 5

3.2.3. Liberação de amônia *in vitro*, Degradabilidade *in situ* e

Digestibilidade Intestinal *in vitro*

3.2.3.1. Procedimentos experimentais

Os procedimentos foram os mesmos empregados no experimento 1, exceção feita ao número de repetições utilizadas para determinação da degradabilidade ruminal dos farelos de soja, neste caso 6 (seis) para todos os materiais testados.

3.2.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com diferentes números de repetições (amostras) por tratamento (empresa), sendo avaliados em 2 períodos.

Os dados foram analisados pela análise da variância, usando o Proc GLM e foram comparadas as médias pela análise do LSMEANS. As análises estatísticas foram executadas pelo Statistics Analysis Systems (SAS for Windows, release 6.11, TS level 0040, 1989-1996).

O modelo matemático usado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = valor observado relativo à unidade j que recebeu o tratamento i

μ = média geral

T_i = efeito do tratamento i

E_{ij} = contribuição do acaso (erro) verificada na unidade j que recebeu o tratamento i

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1

4.1.1. Liberação de amônia *in vitro* do grão de soja submetido ao tratamento térmico e/ou químico, após 6 horas de incubação

A quantidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), produzida pelos diferentes substratos incubados, foi o critério utilizado para avaliar o grau de proteção da proteína do grão de soja submetido a tratamento térmico e/ou químico. A eficiência na redução da produção de amônia foi medida em função dos níveis de N-NH₃ com base na MS, em relação ao N-total e em valores relativos a amostra de farelo de soja convencional, considerada como referência. A Tabela 3 apresenta as médias de dois períodos dos valores de nitrogênio amoniacal liberado após 6 horas de incubação *in vitro* das amostras de derivados de soja submetidos aos tratamentos. Os valores individualizados de nitrogênio amoniacal, como percentagem da matéria seca e de nitrogênio total, após incubação dos substratos, para os tratamentos térmicos e/ou químicos estudados, são apresentados no Apêndice 3. Os valores são médias de triplicatas, nos dois períodos de avaliação.

Os resultados da Tabela 3 mostram que um período de incubação de 6 horas possibilitou detectar diferenças significativas na liberação de

amônia entre tratamentos. A análise de variância das variáveis de N-NH₃ (% MS e % N-total) é exibida no Apêndice 2.

TABELA 3. Nitrogênio amoniacal liberado *in vitro* (% da MS e do N-total) e em valores relativos ao farelo de soja padrão, de derivados do grão de soja submetido ao tratamento térmico e/ou químico.

Tratamento	Materiais e processamentos	N-NH ₃ (% MS)	N-NH ₃ (% N-Total)	N-NH ₃ % N total em relação ao referência
T1	Far. Soja 1	1,925 ^e	23,17 ^e	100,00
T2	Grão partido	3,220 ^b	52,46 ^a	226,44 ^{**}
T3	120°C (30min)	1,820 ^{ef}	27,50 ^d	118,66 ^{**}
T4	140°C (30min)	1,485 ^{gh}	21,61 ^{ef}	93,28 ^{NS}
T5	Torta prensada e moída	3,505 ^a	51,52 ^a	222,28 ^{**}
T6	120°C (30min)	2,995 ^c	39,84 ^b	171,93 ^{**}
T7	2% Lig-Ca+110°C (30min)	2,525 ^d	34,83 ^c	150,32 ^{**}
T8	2% Lig-Ca+135°C (45min)	1,340 ^h	18,16 ^g	78,30 ^{**}
T9	2% Lig-Ca+140°C (60min)	1,295 ^h	17,38 ^g	73,30 ^{**}
T10	4% Lig-Ca+120°C (30min)	2,315 ^d	32,61 ^c	140,76 ^{**}
T11	4% Lig-Ca+135°C (45min)	1,385 ^h	18,97 ^{fg}	81,92 ^{**}
T12	Far. Soja 2	1,625 ^{fg}	22,08 ^e	95,32 ^{NS}

^{a,b,c,d,e,f,g,h} médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey

^{NS} - tratamentos não diferem do padrão a 5% de significância pelo teste de Dunnet

Foram constatados efeitos significativos dos tratamentos térmicos e das adições de lignossulfonato de cálcio, diminuindo a quantidade de amônia liberada. Os valores mais elevados de N-NH₃ foram observados nos tratamentos “torta prensada e moída” e “grão partido” de soja, conforme pode também ser observado Figura 1.

A adição de 2 % e 4% de lignossulfonato de cálcio teve efeito significativo e proporcionalmente mais pronunciado com o aumento na duração do tratamento térmico, sendo que os tratamentos 8, 9 e 11, apresentaram uma liberação de amônia de, apenas, 73,35%, 74,95% e 81,92% em relação à amostra referência, respectivamente. Também no tratamento 4, que apresentou valor de 93,28% em relação ao referência, porém não significativo,

houve efeito de proteção da degradação ruminal *in vitro* com aumento da temperatura e tempo de exposição do grão moído ao calor.

Portanto, a ação conjunta do tratamento térmico e do lignossulfonato de cálcio, resultou em maior nível de proteção da proteína à proteólise ruminal *in vitro*, quando comparado ao grão de soja submetido somente ao tratamento térmico.

Os resultados observados com a N-NH₃ (% N-total) foram muito semelhantes nos dois períodos, o que pode ser observado na Figura 1.

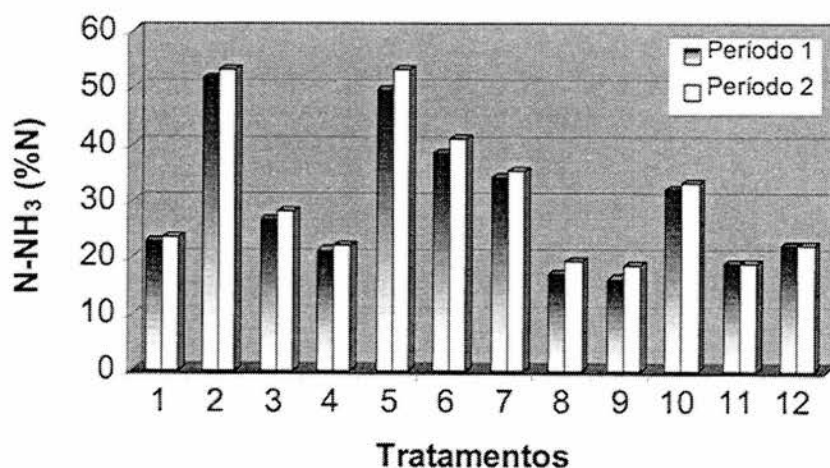


FIGURA 1. Produção de N-NH₃ (% N-total) liberado após 6 horas de incubação de T1-Farelo de soja padrão, T2- grão partido de soja, T3- 120°C (30'), T4- 140°C (30'), T5- torta prensada e moída, T6- 120°C (30'), T7- 2% Lig-Ca+110°C (30'), T8- 2% Lig-Ca+135°C (45'), T9- 2% Lig-Ca+140°C (60'), T10- 4% Lig-Ca+120°C (30'), T11- 4% Lig-Ca+135°C (45'), T12-farelo de soja "expeller", nos dois períodos de avaliação.

Os efeitos da temperatura, do tempo de exposição ao calor e da adição de açúcares redutores sobre a diminuição da degradabilidade ruminal da proteína, também foram observados por Bianchini et al. (1997), após 6 de horas de incubação *in vitro*. Segundo os autores, a temperatura e a duração do tratamento térmico são os primeiros fatores a serem considerados como

influentes na velocidade e taxa das reações não enzimáticas que diminuem a degradabilidade ruminal da proteína, sendo que uma interação entre estes fatores e os níveis de açúcares redutores pode ser esperada.

Frosi & Mühlbach (1998a) avaliaram amostras de grão de soja cru ou tostado por 3, 4, 5 ou 7 minutos em forno elétrico a 350°C pela incubação destes substratos por um período de 4 horas de incubação *in vitro* e constataram diferenças significativas na liberação de amônia, sendo que o tratamento térmico possibilitou maior proteção da proteína à degradação ruminal.

Não foram encontrados mais trabalhos na literatura onde a simples liberação de amônia *in vitro*, em curtos períodos de incubação, fosse o critério usado para estimar o efeito de proteção de diferentes tratamentos sobre a proteólise no rúmen.

4.1.2. Degradabilidade ruminal *in situ* da proteína do grão de soja submetido ao tratamento térmico e/ou químico

As médias dos valores de dois períodos de incubação para a obtenção dos dados de proteína degradada no rúmen, proteína não degradada no rúmen, expressos como percentagem da proteína bruta total, são exibidos na Tabela 4. As análises de variância das variáveis PDR, PNDR e % PNDR relativo ao padrão são exibidas no Apêndice 4. Os valores individualizados das variáveis, são encontrados no Apêndice 5.

Os resultados mostram que houve diferença significativa entre as amostras avaliadas, após 16 horas de incubação ruminal.

TABELA 4. Degradação ruminal da proteína de derivados do grão de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico, após 16 horas de incubação ruminal, de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR) e em valores relativos à amostra padrão.

Tratamento	Materiais e processamentos	PDR (% da PB)	PNDR (% da PB)	% PNDR em relação ao padrão
T1	Far. Soja 1 (padrão)	50,33 ^{de}	49,67 ^{bc}	100,00
T2	Grão partido	80,17 ^a	19,83 ^f	39,90 ^{**}
T3	120°C (30min)	61,19 ^{bc}	38,81 ^{de}	78,18 ^{**}
T4	140°C (30min)	52,68 ^d	47,32 ^c	95,27 ^{NS}
T5	Torta prensada e moída	81,54 ^a	18,46 ^f	37,16 ^{**}
T6	120°C (30min)	62,82 ^{bc}	37,18 ^{de}	74,84 ^{**}
T7	2% Lig-Ca+110°C (30min)	64,94 ^b	35,06 ^e	70,61 ^{**}
T8	2% Lig-Ca+135°C (45min)	48,43 ^e	51,57 ^b	103,85 ^{NS}
T9	2% Lig-Ca+140°C (60min)	43,75 ^f	56,25 ^a	113,25 ^{**}
T10	4% Lig-Ca+120°C (30min)	60,41 ^c	39,59 ^d	79,71 ^{**}
T11	4% Lig-Ca+135°C (45min)	50,06 ^{de}	49,94 ^{bc}	100,56 ^{NS}
T12	Far. Soja 2	49,72 ^{de}	50,28 ^{bc}	101,26 ^{NS}

^{a,b,c,d,e,f} médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey

^{NS} - tratamentos não diferem do padrão, a 5% de significância, pelo teste de Dunnet

Os tratamentos 2 e 5, que não sofreram nenhum tipo de tratamento térmico e/ou químico específico destacaram-se pela alta degradação ruminal e, conseqüentemente, a quantidade percentual de proteína que escapou à degradação ruminal foi baixa, como também pode ser observado na Figura 2. À medida em que foram aplicados períodos mais prolongados ou temperaturas mais elevadas, concomitantemente com adição de lignossulfonato de cálcio, o efeito sobre os teores de proteína não degradada foram crescentes. Percebe-se que a “torta prensada e moída” (T5) submetida à doses crescentes de calor e de lignossulfonato de cálcio (T8 e T9) destacaram-se pela elevada proporção de PNDR.

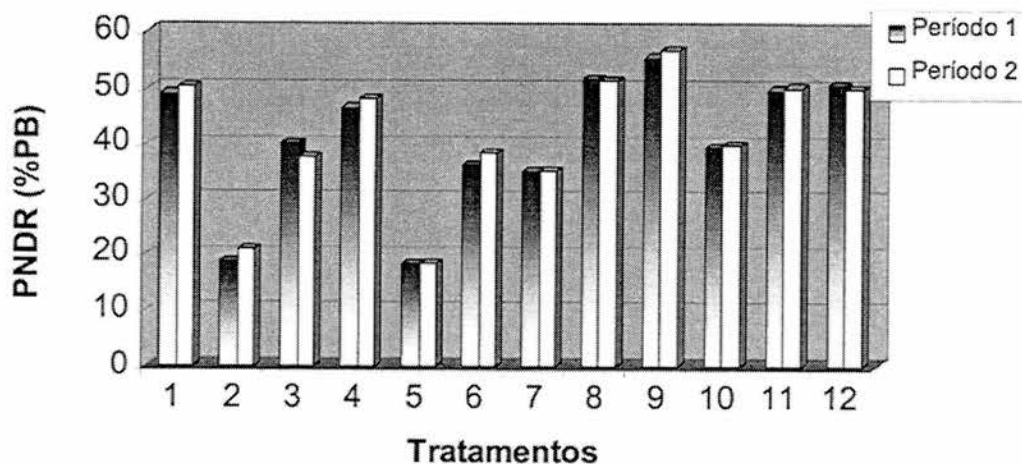


FIGURA 2. Degradação ruminal da proteína bruta de T1-Farelo de soja padrão, T2- grão partido de soja , T3- 120°C (30'), T4- 140°C (30'), T5- torta prensada e moída, T6- 120°C (30'), T7- 2% Lig-Ca+110°C (30'), T8- 2% Lig-Ca+135°C (45'), T9- 2% Lig-Ca+140°C (60'), T10- 4% Lig-Ca+120°C (30'), T11- 4% Lig-Ca+135°C (45'), T12-farelo de soja "expeller", nos dois períodos de avaliação, após 16 horas de incubação ruminal.

Os resultados observados para PNDR (% PB) nas amostras avaliadas nos dois períodos foram muito semelhantes, e não diferiram estatisticamente (Apêndice 4).

Faldet & Satter (1991) estimaram a porcentagem de proteína não degradável no rúmen de grãos de soja tostados ou não, a partir de dados obtidos pelo método *in vitro* com inibidor. Os autores encontraram valores de 28% de proteína não degradável no rúmen para grãos não tratados e 61% para grãos tostados sob calor de 450°C no interior do tostador e submetidos a "steeping" (armazenamento isotérmico) de 30 minutos. Então, os resultados obtidos são análogos pois, como no presente, o trabalho de Faldet & Satter (1991) mostrou que a proteína do grão de soja foi mais sensível à degradação ruminal do que a proteína submetida a tratamento térmico.

Segundo Ganesh & Grieve (1990), citados por Frosi (1998), a efetividade do tratamento térmico é função do tempo de exposição ao calor e da temperatura empregados.

Carvalho (2001), também utilizando a técnica *in situ*, com incubação de 16 horas, a mesma utilizada neste experimento, avaliou os efeitos da tostagem do grão de soja à diferentes temperaturas e tempos de tostagem, com e sem “steeping”. Obteve valores de PNDR equivalentes a 15,45%, para o grão de soja cru e 33,07, 40,72%, 34,43% para os grãos tostados a 380 °C (2 min) e 490 °C (2 min) mantidos em “steeping” e a 380 °C (3min) sem “steeping”, respectivamente.

4.1.3. Correlação entre liberação de amônia *in vitro* e degradabilidade ruminal *in situ*

Os dados obtidos da liberação de nitrogênio amoniacal nos dois períodos, correlacionados com os valores de proteína degradável no rúmen, também obtidos dos períodos correspondentes, são mostrados na Figura 3.

O coeficiente de correlação entre os dados ($r = 0,9689$) foi elevado e, portanto, houve associação clara entre o nitrogênio amoniacal liberado após 6 horas de incubação *in vitro* e a proteína degradada no rúmen após 16 horas de incubação *in situ* das amostras analisadas.

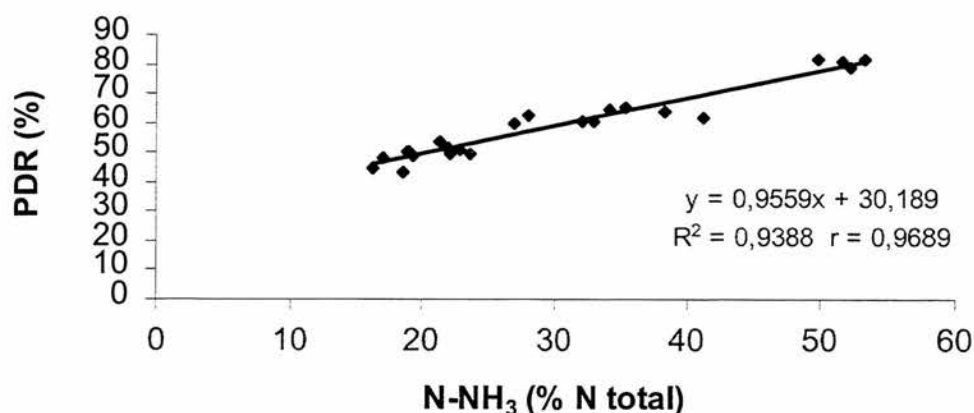


FIGURA 3. Correlação entre os valores encontrados para N-NH₃ (% N-total) e para a PDR (% da PB) das amostras de derivados de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico.

Esta elevada correlação permite inferir que em condições experimentais semelhantes à do presente estudo, onde se parte de um mesmo material original, sobre o qual são aplicados tratamentos crescentes, pode-se estimar a degradabilidade no rúmen a partir de um teste de liberação de amônia *in vitro*, de curto período de incubação. Nesse caso, a liberação de amônia poderia servir como um teste preliminar (“screening”) de baixo custo e de resposta confiável para a indústria, quando da elaboração de produtos com proteína de menor degradabilidade no rúmen.

4.1.4. Digestibilidade intestinal enzimática *in vitro* da PNDR de derivados do grão de soja submetidos ao tratamento térmico e/ou químico

Os valores das médias de digestão intestinal *in vitro* da PNDR dos derivados do grão de soja, submetidos a diferentes tratamentos térmicos e/ou químicos e obtidos em dois períodos, são exibidos na Tabela 5.

Não foram constatadas diferenças significativas entre os períodos de avaliação.

No Apêndice 6 são apresentados os dados relativos à análise de variância e os valores individuais obtidos para cada período de avaliação constam no Apêndice 7.

Foram observados efeitos significativos dos fatores temperatura e tempo de ação do tratamento térmico e/ou químico sobre a digestibilidade intestinal enzimática *in vitro* da proteína não degradável no rúmen.

TABELA 5. Estimativa do percentual de digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína não degradável no rúmen (DI), da PNDR digestível do intestino delgado (% PB), e em valores relativos à amostra padrão, de derivados do grão de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico.

Tratamento	Materiais e processamentos	DI (%)	% DI em relação ao padrão	PNDRD (% PB)	% PNDRD em relação ao padrão
T1	Far. Soja 1 (padrão)	84,41 ^{abc}	100,00	41,93 ^{ab}	100,00
T2	Grão partido	80,66 ^d	95,56 ^{NS}	16,22 ^g	38,68 ^{**}
T3	120°C (30min)	83,81 ^{bc}	99,29 ^{NS}	32,51 ^{ef}	77,53 ^{**}
T4	140°C (30min)	68,65 ^e	81,32 ^{**}	32,49 ^{ef}	77,49 ^{**}
T5	Torta prensada e moída	89,06 ^a	105,51 ^{**}	16,15 ^g	38,51 ^{**}
T6	120°C (30min)	84,18 ^{abc}	99,73 ^{NS}	31,62 ^{ef}	75,41 ^{**}
T7	2% Lig-Ca+110°C (30min)	86,20 ^{ab}	102,12 ^{NS}	29,97 ^f	71,47 ^{**}
T8	2% Lig-Ca+135°C (45min)	85,02 ^{abc}	100,73 ^{NS}	43,84 ^a	104,55 ^{NS}
T9	2% Lig-Ca+140°C (60min)	67,44 ^e	79,91 ^{**}	37,93 ^{cd}	90,46 ^{**}
T10	4% Lig-Ca+120°C (30min)	86,05 ^{ab}	101,95 ^{NS}	34,70 ^d	82,75 ^{**}
T11	4% Lig-Ca+135°C (45min)	77,77 ^d	92,11 ^{**}	38,83 ^{bc}	92,61 ^{NS}
T12	Far. Soja 2	83,78 ^{bc}	99,25 ^{NS}	42,12 ^{ab}	100,50 ^{NS}

^{a,b,c,d,e,f} médias na mesma coluna seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey

^{NS} - tratamentos não diferem do padrão a 5% de significância pelo teste de Dunnet

A “torta prensada e moída” apresentou a maior digestibilidade intestinal (89,06%) da proteína não degradável no rúmen, não diferindo estatisticamente dos tratamentos 1, 6, 7, 8 e 10.

Na Tabela 5 e Figura 4, também pode ser observado que dos 12 tratamentos avaliados, 9 apresentaram digestibilidade intestinal acima de 80%, e destes, os tratamentos 4, 9 e 11 diferem estatisticamente das demais. Nesses tratamentos, os quais sofreram ação mais intensa do processamento térmico, aliado à adição de lignossulfonato de cálcio, pode-se observar uma diminuição significativa na digestibilidade, de 68,65%, 67,44%, 77,77%, respectivamente. Acredita-se que estes materiais tiveram um superaquecimento no tratamento térmico, conseqüentemente, maior proteção da proteína à degradação ruminal, confirmado pelo maior conteúdo de PNDR obtido após a incubação ruminal de 16 horas, porém afetando negativamente a digestibilidade intestinal. Pode ter ocorrido a desnaturação protéica e a formação de produtos indigestíveis pela reação de Maillard (Van Soest, 1994).

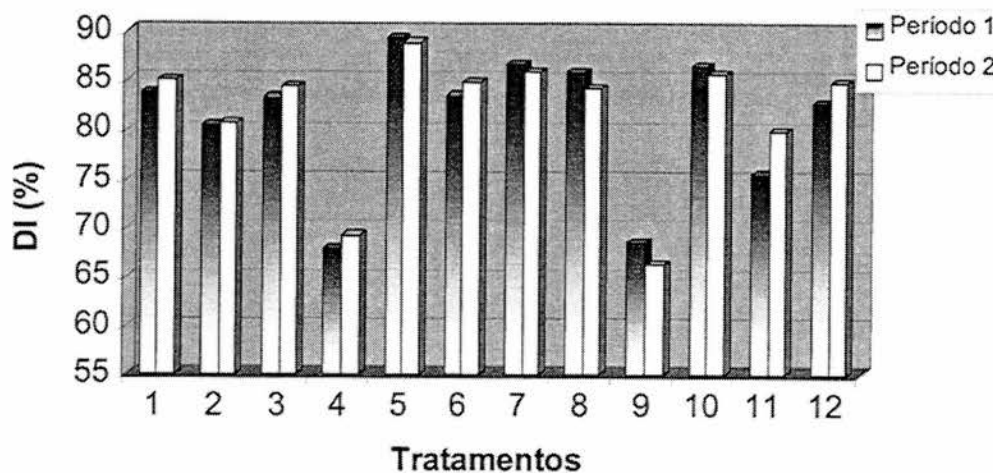


FIGURA 4. Digestibilidade intestinal da PNDR de T1-Farelo de soja padrão, T2- grão partido de soja, T3- 120°C (30'), T4- 140°C (30'), T5- torta prensada e moída, T6- 120°C (30'), T7- 2% Lig-Ca+110°C (30'), T8- 2% Lig-Ca+135°C (45'), T9- 2% Lig-Ca+140°C (60'), T10- 4% Lig-Ca+120°C (30'), T11- 4% Lig-Ca+135°C (45'), T12- farelo de soja "expeller" nos dois períodos de avaliação.

Verifica-se que os resultados aqui obtidos estão de acordo com os encontrados por Frosi & Mühlbach (1998b) e Carvalho (2001) que, embora tenham utilizado temperatura e tempos de tratamento térmico diferentes dos utilizados no presente experimento, submeteram o seu material experimental ao procedimento da técnica de três estágios, sugerido por Calsamiglia & Stern (1995), para determinação da digestibilidade intestinal de fontes protéicas. Nestes trabalhos, foram obtidos valores de digestibilidade intestinal *in vitro* do grão de soja cru de 83,43% e 86,30%, respectivamente. Similarmente ao que ocorreu nos trabalhos destes autores, foi verificado neste experimento que o tratamento térmico aplicado ao grão de soja cru (T2) aumentou o valor absoluto de digestibilidade intestinal da proteína. A menor digestibilidade pode ser atribuída à maior atividade do fator inibidor da tripsina, presente no grão cru, que é desativado pelo tratamento térmico. Portanto, as digestibilidades mais elevadas obtidas com os materiais tratados pelo calor, devem-se à inativação dos inibidores de proteases.

Os resultados encontrados neste experimento, são semelhantes aos observados por Demjanec et al. (1995), os quais, trabalhando com ovinos, encontraram efeito quadrático na digestibilidade intestinal da proteína de farelos de soja tostados. Temperatura de 165°C aumentou a digestibilidade intestinal, mas temperatura acima de 165°C reduziu a digestão. Neste estudo a temperatura acima de 130°C reduziu significativamente a digestibilidade intestinal *in vitro*.

No presente trabalho, o farelo de soja padrão, apresentou digestibilidade intestinal de 84,41%. Este valor está muito próximo dos

encontrados por Cabral et al.(2001) e Londoño Hernandez et al. (2002), os quais avaliaram a digestibilidade intestinal da proteína de vários alimentos, dentre eles, o farelo de soja, e obtiveram valores variando de 82,68% a 84,67%. Nestes estudos, foi utilizada a mesma metodologia empregada no presente experimento, seguindo a técnica de Calsamiglia e Stern (1995) para avaliação da digestibilidade intestinal da proteína.

Na Tabela 5, também é apresentado, o percentual de proteína bruta (% PB) de proteína não degradada no rúmen e digestível no intestino delgado (PNDRD). Os resultados indicam que a “torta prensada e moída” de soja submetida a processamento térmico até 135°C em 15 min + 2% lignossulfonato de cálcio, o farelo de soja “expeller” e o farelo de soja padrão forneceram maiores quantidades de PNDRD, e o “grão partido” de soja e a “torta de prensada e moída” (com pré-tratamento térmico) forneceram os menores valores.

Stern et al. (1997), numa revisão das técnicas alternativas que tem sido usadas para prever a digestão ruminal e intestinal de alimentos para ruminantes, chamam atenção para a variável “intestinally absorbable dietary protein” (IADP), que no presente caso corresponde à PNDRD (%PB). Esta é definida como a quantidade de proteína de um alimento específico que está disponível para absorção no intestino delgado e é calculada como a proteína não degradável no rúmen multiplicada pela respectiva digestibilidade intestinal *in vitro*. Os autores afirmam que o IADP (PNDRD) fornece para cada suplemento protéico um indicativo do seu valor como fonte de proteína não

degradável no rúmen e absorvível no intestino, e pode ser usado como um critério de seleção de fontes de proteína “by-pass” para ruminantes.

Nesta mesma revisão de Stern et al. (1997), foram comparadas a quantidade de proteína não degradada no rúmen (PNDR), a digestibilidade intestinal (DI) e o IADP de diferentes suplementos protéicos. Dentre eles, o farelo de soja comum, o farelo de soja “expeller” e o farelo de soja tratado com lignossulfonato apresentaram valores de PNDR, DI e IADP de 25 ± 3 (média e desvio), 90 ± 4 e 22 ± 2 ; 47 ± 6 , 93 ± 7 e 44 ± 3 ; e 66 ± 8 , 88 ± 4 e 58 ± 7 , respectivamente. Portanto, comparando-se com o valor de PNDR do farelo de soja “expeller” obtido no presente experimento, este se apresenta muito próximo ao obtido por Stern et al. (1997). Os autores utilizaram a mesma metodologia, a técnica dos três estágios, para avaliação da degradabilidade e digestibilidade intestinal das fontes protéicas estudadas.

De acordo com os diversos estudos já citados anteriormente, que avaliaram a degradação ruminal através da incubação *in situ* por 16 horas e a digestão intestinal enzimática *in vitro*, ou seja que aplicaram método dos três estágios, pode-se afirmar que o mesmo prediz com eficiência a digestibilidade intestinal da proteína não-degradada no rúmen das amostras avaliadas.

Com base nos resultados obtidos através da determinação da quantidade de amônia liberada *in vitro* após 6 horas de incubação, a qual com certa eficácia captou os efeitos do tratamento térmico e/ou químico a que foram submetidos os derivados de soja, foi considerada a mesma metodologia para avaliar os materiais do experimento 2.

4.2. Experimento 2

4.2.1. Liberação de amônia *in vitro* dos farelos de soja, após 6 horas de incubação

As médias de dois períodos dos valores de nitrogênio amoniacal, como percentagem da matéria seca, e do nitrogênio total após a 6 horas de incubação dos substratos, para as amostras de farelos de soja avaliados, são apresentadas na Tabela 6. Os valores individuais de produção de nitrogênio amoniacal, são exibidos no Apêndice 9 e as respectivas análises de variância no Apêndice 8.

TABELA 6. Médias de liberação de N-NH₃ *in vitro* (% da MS e do N-total) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas, após 6 horas de incubação.

EMPRESA	PB (% MS)	N-NH ₃ (% MS)	N-NH ₃ (% N-Total)
1	50,96	2,258 ^a	27,69 ^a
2	50,38	1,814 ^b	22,71 ^b
3	51,10	2,381 ^a	29,04 ^a
4	49,71	2,263 ^a	28,16 ^a
5	50,52	2,299 ^a	28,55 ^a

^{a,b}médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de comparação de médias LSMEANS.

Os resultados da Tabela 6 mostram que as empresas 1, 3, 4 e 5, diferiram estatisticamente da empresa 2 e não foram diferentes entre si, nos níveis de nitrogênio amoniacal liberados ao longo da incubação *in vitro*.

O processamento do farelo de soja realizado pela empresa 2, resultou em maior nível de proteção da proteína da degradação ruminal, o que pode ser comprovado pelos menores valores de liberação de nitrogênio amoniacal, tanto em percentagem da MS como do N-total.

Portanto, a medição da quantidade de amônia liberada da degradação ruminal dos farelos de soja das diferentes empresas, após 6 horas de incubação, foi eficiente em captar os efeitos do processamento térmico realizado na indústria. Conforme também foi observado no experimento 1 e em trabalho realizado por Bianchini et al. (1997), que avaliaram o farelo de soja tratado com açúcares redutores e submetido a tratamento térmico, a liberação de amônia com período de 6 horas de incubação permitiu detectar uma diminuição da degradação ruminal do farelo de soja submetido a tratamento térmico e/ou químico.

4.2.2. Degradabilidade ruminal *in situ* e digestibilidade intestinal enzimática *in vitro* dos farelos de soja

Neste estudo, somente os valores de digestibilidade obtidos no segundo período foram considerados para fins de avaliação, em função de um descontrole da temperatura de secagem resíduos remanescentes das amostras incubadas *in situ* do primeiro período. Estes foram colocados em estufa à 60°C, com ar forçado, na qual posteriormente foi constatado um defeito no motor de ventilação, o que comprometeu os valores de digestibilidade intestinal deste período, como pode ser observado no Apêndice 16.

As médias de degradabilidade ruminal *in situ* após 16 horas de incubação ruminal e a digestão enzimática *in vitro* da PNDR dos farelos de soja, são exibidos na Tabela 7. Os valores individuais de PNDR e DI são

exibidos nos Apêndice 15 e 16. As análises de variância são exibidas nos Apêndices 10, 11, 12, 13 e 14.

TABELA 7. Valores médios do percentual da proteína não degradada no rúmen (PNDR), digestibilidade intestinal (DI) e da PNDR digestível no intestino delgado (% PB e g/kg MS), dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas.

EMPRESA	PB (% MS)	PNDR (%)	DI*	PNDRD (%PB)	PNDRD (g/kg MS)
1	50,96	48,90 ^b	85,23 ^a	41,68 ^b	212,24 ^a
2	49,99	54,56 ^a	81,86 ^b	44,72 ^a	223,69 ^a
3	51,26	46,12 ^b	84,85 ^a	39,13 ^b	200,50 ^b
4	49,71	47,33 ^b	83,08 ^{ab}	39,25 ^b	195,02 ^b
5	50,52	49,29 ^b	82,92 ^{ab}	40,86 ^b	205,98 ^{ab}

^{a,b} médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de significância pela comparação de médias - LSMEANS. * não diferem entre si a 8% de significância

Os resultados mostram que houve diferença significativa entre empresas na quantidade de proteína degradada no rúmen, após 16 horas de incubação sendo a empresa 2 a que obteve o maior valor de proteína escape, diferindo estatisticamente das empresas 1, 3, 4 e 5, que não foram diferentes entre si.

Os resultados também mostram que, aproximadamente, a metade da proteína dos farelos de soja foi degradada, estando estes valores de acordo com os obtidos por Cabral et al. (2001) e Londoño Hernández et al. (2002), onde a PNDR alcançou 49,14% e 49,22%, respectivamente, usando-se a mesma metodologia utilizada neste experimento.

Por outro lado, o NRC (1989) apresenta uma amplitude de variação da PNDR do farelo de soja de 14% a 82%, dependendo do tipo de processamento, conforme citado por Londoño Hernández et al. (2002) Já o NRC (2001), considera para o farelo de soja (48% PB) valores médios de

PNDR de 30,8% e 42,6%, para níveis estimados de consumo de 2% e 4% do PV, respectivamente.

Na Tabela 7, pode ser observado que houve diferença significativa ($P=0,0867$) na digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína não degradável no rúmen dos farelos de soja entre empresas. A empresa 2 apresentou uma digestibilidade intestinal da PNDP de 81,86%, não diferindo estatisticamente das empresas 4 e 5 (83,08% e 82,92%), sendo que estas não diferiram da empresa 1, que foi a de maior valor de digestão intestinal (85,23%).

As diferenças na digestibilidade intestinal dos farelos de soja obtidos das diferentes empresas, possivelmente estejam associadas à variações no processamento térmico na obtenção do farelo de soja. Isso provavelmente seja decorrência do maior mercado encontrado na fabricação de rações para aves e suínos, onde há maior suscetibilidade aos fatores anti-nutricionais, resultando num processamento térmico mais rigoroso por parte de certas empresas.

Os valores de digestibilidade intestinal neste experimento estão próximos aos encontrados por Calsamiglia & Stern (1995), Cabral et al. (2001), Londoño Hernández et al. (2002), que foram de 89,9%, 82,68% e 84,67%, respectivamente, com a mesma técnica dos três estágios *in vitro*.

Também são similares aos coeficientes relatados por Maiga et al. (1996), que avaliaram a degradabilidade ruminal e a digestibilidade intestinal da proteína de 5 suplementos protéicos, dentre eles o farelo de soja, através da técnica descrita por Calsamiglia & Stern (1995), considerando um período de incubação *in situ* de 12 horas. Eles obtiveram valores para a PNDP, DI e PNDRD, de 40,7%, 85,0% e 34,6%, respectivamente.

Na Tabela 7, também são apresentados os teores (g/kg MS) de proteína não degradada no rúmen e digestível no intestino delgado (PNDRD). A empresa 2 apresentou teor mais elevado, de 223,69 g/kg MS, não diferindo estatisticamente das empresas 1 e 5, sendo que esta última não diferiu das empresas 3 e 4 onde os valores foram os mais baixos.

Esses resultados estão próximos aos publicados por Valadares Filho (1997) em revisão sobre digestão pós-ruminal e exigências de aminoácidos para ruminantes, em que descreve dados médios do farelo de soja com um teor de PNDRD de 190,1 g/kg MS, com taxa de passagem de $5\% \cdot h^{-1}$ e 244,6 g/kg MS, com taxa de passagem de $8\% \cdot h^{-1}$.

Na Figura 5, pode ser observada a variação individual das amostras de farelo de soja dentro de empresas, para as variáveis N-NH₃ (% N-total), PNDR (%) e DI (%). Apesar da empresa 2 apresentar diferença significativa em relação às demais, e estas não diferirem entre si na maioria das variáveis avaliadas, observa-se uma grande variação numérica nas amostras das diferentes empresas.

Cromwell et al (1999), realizaram um estudo afim de verificar a variabilidade na composição de nutrientes entre amostras de milho e farelo de soja de estados do meio-oeste dos EUA, comparando resultados de análises realizadas por diferentes estações experimentais e laboratórios comerciais. Em 22 laboratórios foram analisadas 45 amostras de milho e 31 amostras de farelo de soja coletadas nos anos de 1989, 1990 e 1992, seguindo os procedimentos do AOAC (1990). Os autores relataram que os teores de PB dos farelos de soja nos 3 diferentes anos variaram de 46,3% a 48,6%, não havendo diferença

significativa entre amostras, todavia com diferenças significativas ($P < 0,05$) para os teores de aminoácidos, dentre eles a lisina. Valores analíticos diferiram ($P < 0,01$) entre laboratórios para quase todos os nutrientes analisados.

Os coeficientes de variação entre amostras, laboratórios e dentro de laboratórios para os teores de PB, foram, respectivamente, de 4,1, 4,4 e 1,13%; para lisina de 5,9, 10,4 e 3,7%, e para a metionina foram de 23,3% (entre laboratórios) e 5,0 % (dentro de laboratórios).

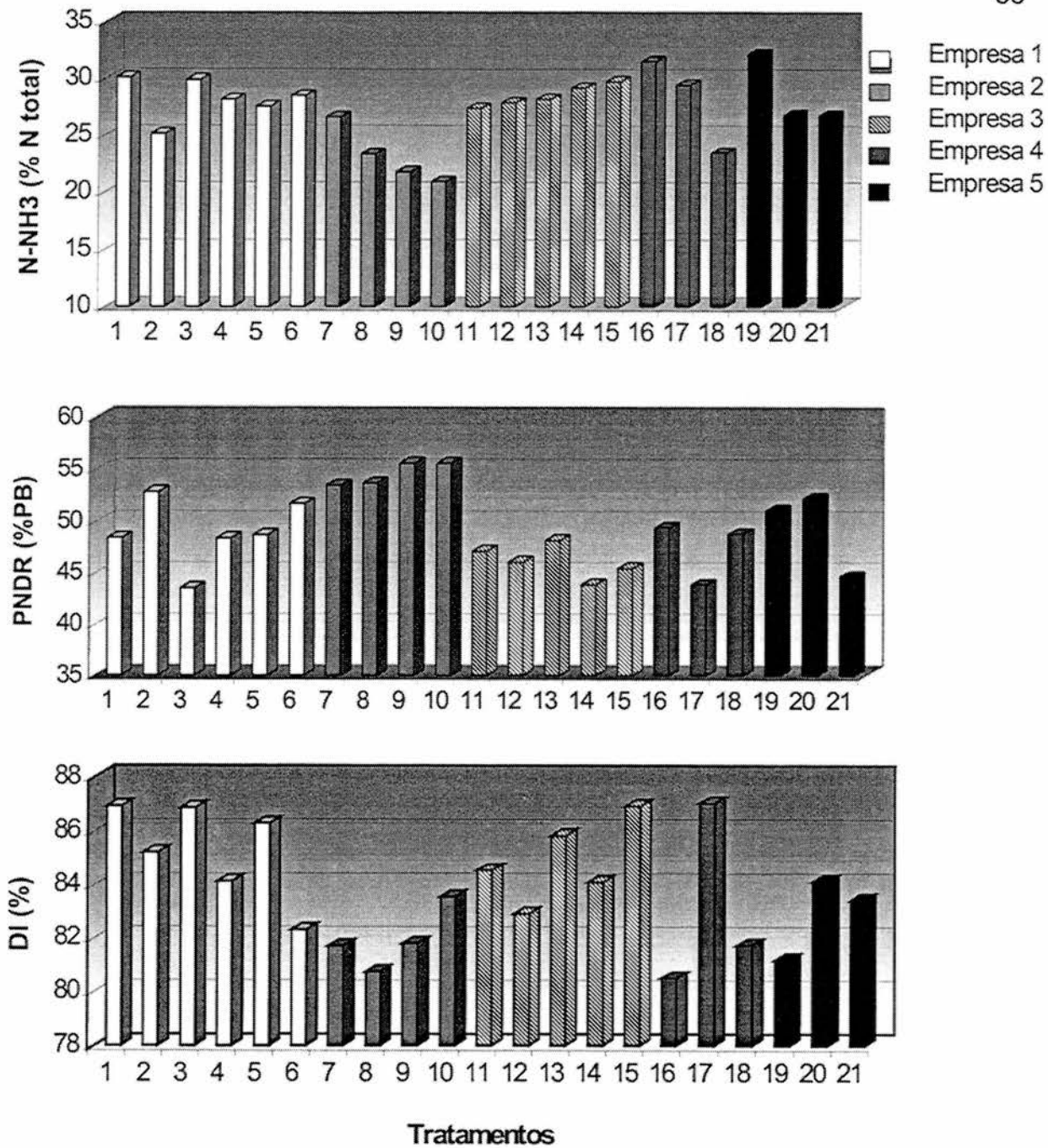


Figura 5. Valores médios individuais das variáveis: a) N-NH₃ (% N-total); b) PDR (% PB) e c) DI da PDR (%PB) das 21 amostras de farelo de soja obtidos de 5 empresas.

Grieshop & Fahey (2001) realizaram um estudo comparativo da composição de nutrientes do farelo de soja de amostras coletadas no Brasil (48 amostras de 5 estados), China (49 amostras de 6 províncias) e Estados Unidos

(36 amostras de 15 estados). Os resultados indicaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para os teores de PB (solubilidade da proteína), lipídeos e aminoácidos, ambos dentro e entre países. Os autores concluíram que os valores de composição refletem as condições nas quais a soja é cultivada e estes resultados são importantes para a indústria visto que a composição do farelo de soja é diretamente influenciada pela composição do grão de soja e condições de processamento.

Nesse sentido, a literatura a respeito trata a questão do farelo de soja sob a ótica da nutrição de animais monogástricos, especialmente visando a produção de aves e suínos. Para os ruminantes a superioridade do farelo de soja quanto à qualidade de sua proteína tem sido comprovada em estudos nos quais este suplemento tem sido substituído por fontes de elevado escape ruminal, principalmente suplementos protéicos de origem animal e alguns de origem vegetal, como o glúten de milho, resultando em redução da síntese de proteína microbiana e do seu fluxo para o intestino delgado. Em virtude da proteína microbiana ser a melhor fonte de lisina e metionina, normalmente não têm sido verificados benefícios pela suplementação com estas fontes (Santos et al., 1998). Entretanto, para animais de alta produção, como vacas em lactação, é buscado um aumento da PNDR da dieta (NCR, 2001), sem prejuízo à digestibilidade intestinal e à proteína total metabolizável no intestino, o que poderia ser obtido através substituição parcial do farelo de soja convencional por aquele submetido à tratamento térmico específico e/ou com tratamento químico, como por exemplo, com a aplicação de lignossulfonato de cálcio (Experimento 1). Neste sentido, a indústria de rações já comercializa diversos

produtos conhecidos, como o Soypass, Soyplus e outros nos EUA e o Vialac no Brasil, com proteína de alto escape da degradação ruminal.

Stern et al. (2000) relatam que atualmente para a formulação de rações para ruminantes, podem ser usados diversos critérios para selecionar suplementos proteicos incluindo palatabilidade, degradabilidade da proteína no rúmen, qualidade da proteína, absorção intestinal de aminoácidos, custo por unidade de proteína, disponibilidade e consistência do produto e o impacto na performance animal.

De acordo com os resultados do presente estudo, pode-se considerar que apesar de não ter havido variação significativa no teor de PB, as diferenças encontradas nos farelos de soja em relação à liberação de amônia, degradabilidade no rúmen e digestibilidade intestinal permitem pressupor, preliminarmente, respostas diferenciadas em termos de desempenho animal, especialmente em dietas para animais de alto nível de produção, como vacas em início de lactação.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o presente estudo, pode-se concluir que:

1. A liberação de amônia após um período de incubação *in vitro* de seis horas permite estimar a proteólise no rúmen.
2. Existe alta correlação ($r=0,9689$) entre a técnica de liberação de amônia *in vitro* e a degradabilidade ruminal após 16 horas de incubação *in situ* para grãos de soja submetidos a tratamento térmico e/ou com adição de lignossulfonato de Ca.
3. A técnica dos três estágios, aplicada a materiais de mesma origem e submetidos a tratamentos crescentes de proteção contra a proteólise no rúmen, apresenta resultados coerentes com o esperado, podendo ser recomendada como método de avaliação de fontes protéicas para ruminantes.
4. Farelos de soja produzidos no Rio Grande do Sul podem apresentar diferenças na degradabilidade ruminal e digestibilidade enzimática intestinal da fração protéica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTL. **Official Methods of Analysis**. 14th ed. Arlington: AOAC, 1980. 1018p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTL. **Official Methods of Analysis**. 14th ed. Washington: AOAC, 1984. 1094p
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTL. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990. 117p.
- BIANCHINI, R.F.; MÜHLBACH, P.R.F; OKADA, M. Liberação de amônia. "in vitro" do farelo de soja tratado com açúcares redutores e submetidos a tratamento térmico. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.121-123.
- BRODERICK, G..A . Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES,1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1995. p. 137-176.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ,MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R. P. Estimação da Digestibilidade Intestinal da Proteína de Alimentos por Intermédio da Técnica de Três Estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n2, p.546-552, 2001.
- CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. A Three-Step In Vitro Procedure For Estimating Intestinal Digestion Of Protein In Ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.5, p.1459-1465, 1995.
- CARVALHO, N.M.de. **Utilização do grão tostado de soja (Glicyne max, L.) na alimentação de vacas em lactação**. 2001. 158p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- CROMWELL, G.L.; CALVERT, C.C.; CLINE, T.R. et al. Variability among sources and laboratories in nutrient analyses of corn and soybean meal. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, p.3262-3273, 1999.

- DEMJANEC, B.; MERCHEN, N. R.; CREMIN Jr., J.D. et al. Effect of roasting on site and extent of digestion of soybean meal by sheep: 1. Digestion of nitrogen and amino acids. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.824-834, 1995.
- EASTER, R.A.; SONKA, S.T.; NASH, M.L. New collaborative research on the use of soybean meal in swine diets. **Proceedings: 61st Minnesota Nutrition Conference** p.33-43, 2000.
- FALDET, M.A, & SATTER, D. Chemical, In Vitro, And In Situ Evaluation Of Heat-Treated Soybean Proteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.8, p.2548-2554, 1991.
- FROSI, R.A.M. **Efeitos de diferentes tratamentos térmicos em grãos de soja (*Glycyne max*, L.) na liberação de amônia “in vitro” e digestibilidade intestinal “in vitro” da fração da proteína não degradada no rúmen.** 1998. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- FROSI, R.A M.; MÜHLBACH, P.R.F. Tratamento térmico do grão de soja para ruminantes. 1. Efeitos na liberação de amônia *in vitro*. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.,1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p.248-250.
- FROSI, R.A M.; MÜHLBACH, P.R.F. Tratamento térmico do grão de soja para ruminantes. 2. Efeitos na digestibilidade intestinal *in situ* da proteína. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b. p.251-253.
- GRIESHOP, C.M.; FAHEY Jr., G.C. Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China and the United States. **Journal Agricultural Food Chemical**, v.59, n.5. p.2669-2673, 2001.
- IRISH, G.G.; BALNAVE, D. Non-starch polysaccharides and broiler performance on diets containing soyabean meal as the sole protein concentrate. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v.44, p.1483-1489, 1993.
- JOHNSON, L.A.; WANG, T. Effects of processing on soybean meal quality. **Proceedings: 61st Minnesota Nutrition Conference**, p.5-17, 2000.
- JOHNSON, R.R. Techniques and procedures for in vitro and in vivo rumen studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.25, p.855-875, 1966.

- LIN, C; KUNG JR., L. Heat-Treated Soybeans and Soybean Meal in Ruminant Nutrition. Disponível em: < <http://www.bluehen.ag.s.udel.edu/anfs/staff/kung/> >. Acessado em: 25/10/2000.
- LONDOÑO HERNÁNDEZ, F.I.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B. et al. Avaliação de Dois métodos *in vitro* para Determinar a Cinética Ruminal e a Digestibilidade Intestinal da Proteína de vários alimentos. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.256-266, 2002.
- MAIGA, H.A., SCHINGOETHE, J.D. HENSON, J.E. Ruminal Degradation, amino acid composition, and intestinal digestibility of the residual components of five protein supplements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, n.9, p.1647-1653, 1996.
- MALAFAIA, P.A.M., VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. Lavras, **Anais...** Lavras: FAEPE, 1997, p.29-54.
- McNIVEN, M.A., ROBINSON, P.H., MacLEOD, J.A. Evaluation of a new high protein variety of soybeans as a source of protein and energy for dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.77, p. 2065, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6th rev. ed. Washington D.C.: National Academy , 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th rev. ed. Washington D.C.: National Academy of Science, 1996. 243p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Washington D.C.: National Academy , 2001. 381p.
- NOCEK, J.E. In Situ and Other Methods to Estimate Ruminal Protein and Energy Digestibility: a Review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.
- PONCET, C.; MICHALET-DOREAN, B.; McALLISTER, T.; RÉMOND, D. Dietary compounds escaping rumen digestion. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4., 1995, Paris. **Proceedings: Recent Developments in the Nutrition of Herbivores**. Paris: INRA , 1995. p.167-204.
- PRESTLOKKEN, E. In situ ruminal degradation and intestinal digestibility of dry matter and protein in expanded feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.77, n.1-2, p.1-23, 1999.

- ROHR, R. Tostagem do farelo de soja. In: TECNOLOGIA MODERNA DOS ÓLEOS VEGETAIS. Campinas: Fundação Centro Tropical de Tecnologia de Alimentos., 1971, p.236-246.
- RUNHO, R.C. Farelo de soja: processamento e qualidade. Disponível em: < <http://www.polinutri.com.br/conteudoartigosanteriores.html/> >. Acessado em: 16/11/2001.
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. . Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.81, n.12, p.3182-3213, 1998.
- SANTOS, G.T.; CECATO, U.; FURLAN, A.C. et al. Degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro* de grãos de canola tratados com calor e/ou tanino condensado. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.37-39.
- SAS Institute. **System for Information**: Versão 6.11. [São Paulo] : USP, 1996. 1 CD-ROM.
- SILVA, M.T.C.; TURATTI, J.M. Extração do óleo de soja com etanol. In: COLETÂNEA ITAL, Campinas, SP, v.21, n.1, p.73-89, 1991.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A Net Carbohydrate And Protein System For Evaluating Cattle Diets: II. Carbohydrate And Protein Availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STERN, M.D.; BACH, A .; CALSAMIGLIA, S. Alternative Techniques for Measuring Nutrient Digestion in Ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.8, p.2256-2276, 1997.
- STERN, M.; AGA, L.; BACH, A. Improving soybean meal use by ruminants. **Proceedings...** Minnesota: 61st Minnesota Nutrition Conference. p.18-32, 2000.
- SWICK, R.A. U.S. Soybean Meal: Quality and Future Trends. Singapore: American Association, 1998, 7p.
- SWICK, R.A. An update on soybean meal quality considerations. Disponível em: < <http://www.bluehen.ags.udel.edu/anfs/staff/kung/> >. Acessado em: 01/12/2001.

- TRAVAGLINI, D.A., AGUIRRE, J.M. de., TRAVAGLINI, M.M.E., et al.,
Processamento do extrato de soja em pó. Campinas, SP: COLETÂNEA
ITAL., v.11, 1980. p.139-152.
- TREMBLAY, G.F.; BRODERICK, G.A. ; ABRAMS, S.M. Estimating Ruminant
Protein Degradability Of Roasted Soybeans Using Near Infrared
Reflectance Spectroscopy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79,
n.2, p.276-282, 1996.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana,
degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em
bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS
NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa:**
[s.n.], 1995. p. 355-388.
- VALADARES FILHO, S. C. Digestão Pós-Ruminal de Proteínas e Exigências
de Aminoácidos para Ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE
DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais... Lavras:**
FAEP, 1997. 327p.
- VAN KEMPEN, T.A.T.G. Regional and processor variation in the ileal
digestibility amino acids of soybean meal measured in growing swine.
Journal of Animal Science, Champaign, v.80, n.2, p.429-439, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca:
Cornell University Press, 1994. 476p.
- VOIGT, J.; STEGER. Zur quantitativen Bestimmung von Ammoniak,
Harnstoff und ketokoerpern im biologischen material. **Archiv fur
Tierernahrung**, Berlin, v.17, p.289-293, 1967.
- WARD, N.E. Quality considerations for soybean meal. Disponível em: <
<http://www.asasea.com/technical/NA-1996.html> >. Acessado em:
01/12/2001.
- WINDISCHITL, P.M.; STERN, M. D. Evaluation of calcium lignosulfonate-
treated soybean meal as a source of rumen protected for dairy cattle.
Journal of Dairy Science, Champaign, v.71,n.12,p.3310-3322,1988.
- YU, P.; EGAN, A.R.; LEURY, B.J. *In sacco* Evaluation of Rumen Protein
Degradation Characteristics and *in vitro* Enzyme Digestibility of Dry
Roasted Whole Lupin Seeds (*Lupinus albus*). **Asian-Australian Journal
of Animal Science**, Suweon, v.12, n.3, p.358-365, 1999a.

- YU, P.; EGAN, A.R.; LEURY, B.J. Protein Evaluation of Dry Roasted Whole Faba Bean (*Vicia faba*) and Lupin Seeds (*Lupinus albus*) by the New dutch Protein Evaluation System: the DVE/OEB System. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Suweon, v.12, n.6, p.871-880, 1999b.
- YU, P.; EGAN, A.R.; LEURY, B.J. Influence of Dry Roasting Whole Faba Bean (*Vicia faba*) and Whole Lupin Seeds (*Lupinus albus*) on Rumen Disappearance and Estimated Intestinal Digestion of CP Using the Optimal Three-Step *In Vitro* Technique in Dairy Cows. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Suweon, v.12, n.7, p.1054-1062, 1999c.
- ZONTA, E.P.; ALMEIDA, A.A. **Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores** – SANEST. [S.l.:s.n.];1985. 1 disquete 3.5".

7. APÊNDICES

Apêndice 1. Composição dos farelos e do grão de soja tratado termicamente e/ou com adição de lignossulfonato de cálcio quanto aos teores de proteína bruta (PB) e matéria seca (MS).

Tratamento	Materiais e processamentos	% MS	PB (%MS)
T1	Far. Soja 1	90.05	51,94
T2	Grão partido	88.15	38,38
T3	120°C (30 min)	95.80	41,38
T4	140°C (30 min)	97.88	42,81
T5	prensada e moída	89.33	42,50
T6	120°C (30 min)	96.93	47,00
T7	2% Lig-Ca+110°C (30 min)	95.38	45,31
T8	2% Lig-Ca+135°C (45 min)	97.6	46,13
T9	2% Lig-Ca+140°C (60 min)	97.7	46,63
T10	4% Lig-Ca+120°C (30 min)	96.96	44,31
T11	4% Lig-Ca+135°C (45 min)	97.09	45,69
T12	Far. Soja 2	93.02	45,88

Apêndice 2. Quadros da análise da variância da variável N-NH₃ (%MS e % N-total) dos derivados de soja submetidos a tratamentos térmico e/ou químico.

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL N-NH₃ (%MS)

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Bloco	1	0,067204	0,067204	24,2807	0,00069
Tratamentos	11	13,402846	1,218440	440,2201	0,00001
Residuo	11	0,030446	0,002768		
Total	23	13,500495			

Média geral : 2,119
Coeficiente de variação (%): 2,482

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL N-NH₃ (%N-total)

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Bloco	1	12,818818	12,818818	23,0051	0,00081
Tratamentos	11	3403,7879	309,43527	555,3228	0,00001
Residuo	11	6,129385	0,557217		
Total	23	3422,7361			

Média geral : 30,01
Coeficiente de variação (%): 2,487

APÊNDICE 3. Valores individualizados das determinações de N-NH₃ (% MS e N-total) de derivados de soja tratados após incubação 6 horas *in vitro*, nos períodos 1 e 2.

PÉRIODO 1										
Amostra	Peso Amostra (g)	Peso na MS (g)	N (%)	N total (mg)/g MS	Nitrog/ml sol. (mg)	N-NH ₃ /g MS (mg)	N-NH ₃ (%MS)	Média	N-NH ₃ /% N total	Média
1	0,5056	0,4553	8,31	83,1	0,196	18,94	1,894	1,894	22,79	22,79
B	0,5042	0,4540	8,31	83,1	0,196	18,99	1,899		22,86	
C	0,5071	0,4566	8,31	83,1	0,196	18,89	1,889		22,73	
2	0,5071	0,4470	6,14	61,40	0,322	31,70	3,170	3,174	51,62	51,69
B	0,5037	0,4440	6,14	61,40			3,174		51,69	
C	0,5057	0,4458	6,14	61,40	0,322	31,78	3,178		51,76	
3	0,5037	0,4825	6,62	66,20	0,196	17,87	1,787	1,781	27,00	26,91
B	0,5021	0,4810	6,62	66,20			1,781		26,91	
C	0,5071	0,4858	6,62	66,20	0,196	17,75	1,775		26,82	
4	0,5002	0,4896	6,85	68,50	0,154	13,84	1,384	1,456	20,20	21,25
B	0,5063	0,4956	6,85	68,50	0,154	13,67	1,367		19,96	
C	0,5061	0,4954	6,85	68,50	0,182	16,17	1,617		23,60	
5	0,5026	0,4490	6,80	68,00	0,336	32,93	3,293	3,386	48,42	49,79
B	0,5043	0,4505	6,80	68,00	0,35	34,18	3,418		50,27	
C	0,5003	0,4469	6,80	68,00	0,35	34,46	3,446		50,67	
6	0,5048	0,4893	7,52	75,20	0,336	30,21	3,021	2,892	40,18	38,45
B	0,5061	0,4906	7,52	75,20			2,892		38,45	
C	0,5062	0,4907	7,52	75,20	0,308	27,62	2,762		36,73	
7	0,506	0,4826	7,25	72,50	0,28	25,53	2,553	2,480	35,21	34,20
B	0,5024	0,4792	7,25	72,50	0,266	24,42	2,442		33,69	
C	0,5021	0,4789	7,25	72,50	0,266	24,44	2,444		33,71	
8	0,5022	0,4901	7,38	73,80	0,126	11,31	1,131	1,254	15,33	16,99
B	0,5041	0,4920	7,38	73,80	0,154	13,77	1,377		18,66	
C	0,5032	0,4911	7,38	73,80	0,14	12,54	1,254		17,00	
9	0,5061	0,4945	7,46	74,60	0,126	11,21	1,121	1,211	15,03	16,23
B	0,5016	0,4901	7,46	74,60	0,14	12,57	1,257		16,85	
C	0,5026	0,4910	7,46	74,60	0,14	12,54	1,254		16,82	
10	0,5015	0,4863	7,09	70,90	0,238	21,54	2,154	2,279	30,38	32,15
B	0,506	0,4906	7,09	70,90			2,279		32,15	
C	0,5019	0,4866	7,09	70,90	0,266	24,05	2,405		33,92	
11	0,5037	0,4890	7,31	73,10	0,168	15,12	1,512	1,383	20,68	18,92
B	0,5074	0,4926	7,31	73,10	0,154	13,75	1,375		18,82	
C	0,5023	0,4877	7,31	73,10	0,14	12,63	1,263		17,28	
12	0,5061	0,4708	7,34	73,40	0,182	17,01	1,701	1,616	23,17	22,01
B	0,5047	0,4695	7,34	73,40	0,168	15,75	1,575		21,45	
C	0,5056	0,4703	7,34	73,40	0,168	15,72	1,572		21,41	

Apêndice 3 (continuação)

PERÍODO 2										
Amostra	Peso Amostra (g)	Peso na MS (g)	N (%)	N total (mg)/g MS	Nitrog/ml sol. (mg)	N-NH3/g MS (mg)	N-NH3 (%MS)	Média	N-NH3/% N total	Média
1	0,5056	0,4553	8,31	83,1	0,196	19,12	1,912	1,957	23,00	23,55
B	0,5042	0,4540	8,31	83,1	0,210	20,50	2,050		24,67	
C	0,5071	0,4566	8,31	83,1	0,196	19,09	1,909		22,97	
2	0,5071	0,4470	6,14	61,4	0,364	36,15	3,615	3,269	58,88	53,24
B	0,5037	0,4440	6,14	61,4	0,378	32,69	3,269		53,24	
C	0,5057	0,4458	6,14	61,4	0,294	29,23	2,923		47,60	
3	0,5037	0,4825	6,62	66,2	0,21	19,20	1,920	1,859	29,00	28,09
B	0,5021	0,4810	6,62	66,2	0,21	18,59	1,859		28,09	
C	0,5071	0,4858	6,62	66,2	0,196	17,99	1,799		27,17	
4	0,5002	0,4896	6,85	68,5	0,154	13,79	1,379	1,505	20,13	21,97
B	0,5063	0,4956	6,85	68,5	0,168	15,08	1,508		22,01	
C	0,5061	0,4954	6,85	68,5	0,182	16,29	1,629		23,78	
5	0,5026	0,4490	6,80	68	0,364	35,69	3,569	3,621	52,49	53,25
B	0,5043	0,4505	6,80	68	0,378	37,19	3,719		54,69	
C	0,5003	0,4469	6,80	68	0,364	35,74	3,574		52,55	
6	0,5048	0,4893	7,52	75,2	0,35	31,59	3,159	3,101	42,00	41,24
B	0,5061	0,4906	7,52	75,2	0,336	31,02	3,102		41,24	
C	0,5062	0,4907	7,52	75,2	0,336	30,44	3,044		40,48	
7	0,5060	0,4826	7,25	72,5	0,294	26,99	2,699	2,571	37,23	35,46
B	0,5024	0,4792	7,25	72,5	0,294	27,00	2,700		37,24	
C	0,5021	0,4789	7,25	72,5	0,252	23,13	2,313		31,90	
8	0,5022	0,4901	7,38	73,8	0,154	13,85	1,385	1,426	18,77	19,33
B	0,5041	0,4920	7,38	73,8	0,168	15,10	1,510		20,46	
C	0,5032	0,4911	7,38	73,8	0,154	13,84	1,384		18,75	
9	0,5061	0,4945	7,46	74,6	0,126	11,32	1,132	1,382	15,17	18,53
B	0,5016	0,4901	7,46	74,6	0,168	15,07	1,507		20,20	
C	0,5026	0,4910	7,46	74,6	0,168	15,09	1,509		20,23	
10	0,5015	0,4863	7,09	70,9	0,266	24,08	2,408	2,345	33,96	33,08
B	0,5060	0,4906	7,09	70,9	0,238	23,45	2,345		33,08	
C	0,5019	0,4866	7,09	70,9	0,252	22,83	2,283		32,19	
11	0,5037	0,4890	7,31	73,1	0,168	15,20	1,520	1,391	20,80	19,03
B	0,5074	0,4926	7,31	73,1	0,154	13,90	1,390		19,01	
C	0,5023	0,4877	7,31	73,1	0,14	12,63	1,263		17,28	
12	0,5061	0,4708	7,34	73,4	0,168	15,85	1,585	1,626	21,60	22,15
B	0,5047	0,4695	7,34	73,4	0,182	17,14	1,714		23,35	
C	0,5056	0,4703	7,34	73,4	0,168	15,78	1,578		21,50	

APÊNDICE 4. Quadros da análise da variância da variáveis PDR e PNDR, após incubação ruminal *in situ* de 16 horas.

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PDR

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Bloco	1	1,246697	1,246697	1,3467	0,26999
Tratamentos	11	3276,0750	297,8250	321,7253	0,00001
Residuo	11	10,182833	0,925712		
Total	23	3287,5045			
Média geral : 58,84					
Coeficiente de variação (%): 1,63					

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PNDR

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Bloco	1	1,246702	1,246702	1,3467	0,26999
Tratamentos	11	3276,0748	297,8249	321,7250	0,00001
Residuo	11	10,182841	0,925712		
Total	23	3287,5044			
Média geral : 41,16					
Coeficiente de variação (%): 2,34					

APÊNDICE 5. Valores percentuais da proteína bruta não degradada, após incubação ruminal de 16 horas, nos períodos 1 e 2.

PERÍODO 1									
Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média	
1A	5,0009	51,94	2,5973	2,0498	61,38	1,2581	48,44	49,05	
B	5,0076	51,94	2,6008	1,8370	61,38	1,1275	43,35		
C	5,0015	51,94	2,5977	1,8329	61,38	1,1249	43,31		
D	5,005	51,94	2,5995	2,0283	61,38	1,2449	47,89		
E	5,0011	51,94	2,5974	2,4177	61,38	1,4839	57,13		
F	5,0028	51,94	2,5983	2,2949	61,38	1,4085	54,21		
2A1	5,0004	38,38	1,9189	0,9145	43,64	0,3991	20,80	18,80	
2A2	5,0017	38,38	1,9194	0,5644	43,64	0,2463	12,83		
2A3	5,0018	38,38	1,9194	0,7312	43,64	0,3191	16,62		
2B1	5,0018	38,38	1,9194	0,7418	43,64	0,3237	16,87		
2B2	5,0029	38,38	1,9199	0,7341	43,64	0,3204	16,69		
2B3	5,0002	38,38	1,9188	0,7599	43,64	0,3316	17,28		
2C1	5,001	38,38	1,9191	0,6897	43,64	0,3010	15,68		
2C2	5,0007	38,38	1,9190	1,2578	43,64	0,5489	28,60		
2C3	5,0007	38,38	1,9190	0,7657	43,64	0,3342	17,41		
2D1	5,0022	38,38	1,9196	0,6719	43,64	0,2932	15,27		
2D2	5,0002	38,38	1,9188	1,0719	43,64	0,4678	24,38		
2D3	5,0029	38,38	1,9199	0,8737	43,64	0,3813	19,86		
2E1	5,0002	38,38	1,9188	0,7203	43,64	0,3143	16,38		
2E2	5,0012	38,38	1,9192	1,2695	43,64	0,5540	28,87		
2E3	5,0022	38,38	1,9196	0,818	43,64	0,3570	18,60		
2F1	5,0027	38,38	1,9198	0,6839	43,64	0,2985	15,55		
2F2	5,0029	38,38	1,9199	0,8994	43,64	0,3925	20,44		
2F3	5,0013	38,38	1,9192	0,719	43,64	0,3138	16,35		
3A	5,0037	41,38	2,0703	1,5408	51,94	0,8003	38,66		40,09
B	5,0086	41,38	2,0723	1,6444	51,94	0,8541	41,21		
C	5,004	41,38	2,0704	1,5657	51,94	0,8132	39,28		
D	5,0006	41,38	2,0690	1,6222	51,94	0,8426	40,72		
E	5,0033	41,38	2,0701	1,6706	51,94	0,8677	41,92		
F	5,0029	41,38	2,0699	1,5443	51,94	0,8021	38,75		
4A	5,007	42,81	2,1436	2,4761	49,26	1,2197	56,90	46,47	
B	5,0019	42,81	2,1414	1,8218	49,26	0,8974	41,91		
C	5,0027	42,81	2,1418	1,7565	49,26	0,8653	40,40		
D	5,0025	42,81	2,1417	2,3289	49,26	1,1472	53,57		
E	5,007	42,81	2,1436	1,6164	49,26	0,7962	37,14		
F	5,0038	42,81	2,1423	2,1261	49,26	1,0473	48,89		
5A1	5,0033	42,50	2,1264	1,791	44,53	0,7975	37,51	18,39	
A2	5,0023	42,50	2,1260	1,0457	44,53	0,4657	21,90		
A3	5,0015	42,50	2,1256	0,5102	44,53	0,2272	10,69		
B1	5,0027	42,50	2,1261	0,6012	44,53	0,2677	12,59		
B2	5,0011	42,50	2,1255	0,9845	44,53	0,4384	20,63		
B3	5,0022	42,50	2,1259	0,8639	44,53	0,3847	18,10		
C1	5,0028	42,50	2,1262	1,2873	44,53	0,5732	26,96		
C2	5,0008	42,50	2,1253	0,7732	44,53	0,3443	16,20		
C3	5,0017	42,50	2,1257	0,9994	44,53	0,4450	20,94		

APÊNDICE 5 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
5D1	5,0012	42,50	2,1255	0,6978	44,53	0,3107	14,62	
D2	5,0005	42,50	2,1252	0,6388	44,53	0,2845	13,38	
D3	5,0014	42,50	2,1256	1,0513	44,53	0,4681	22,02	
E1	5,0048	42,50	2,1270	0,8097	44,53	0,3606	16,95	
E2	5,0017	42,50	2,1257	0,7033	44,53	0,3132	14,73	
E3	5,0016	42,50	2,1257	1,0378	44,53	0,4621	21,74	
F1	5,0019	42,50	2,1258	0,9135	44,53	0,4068	19,14	
F2	5,0037	42,50	2,1266	0,6194	44,53	0,2758	12,97	
F3	5,0022	42,50	2,1259	0,4767	44,53	0,2123	9,98	
6A1	5,0011	47,00	2,3505	1,589	63,45	1,0082	42,89	36,04
A2	5,0016	47,00	2,3508	1,4334	63,45	0,9095	38,69	
B1	5,004	47,00	2,3519	1,1942	63,45	0,7577	32,22	
B2	5,002	47,00	2,3509	1,2562	63,45	0,7971	33,90	
C1	5,0033	47,00	2,3516	1,4463	63,45	0,9177	39,02	
C2	5,0038	47,00	2,3518	1,45	63,45	0,9200	39,12	
D	5,0025	47,00	2,3512	1,1563	63,45	0,7337	31,20	
E	5,0025	47,00	2,3512	1,383	63,45	0,8775	37,32	
F	5,001	47,00	2,3505	1,1094	63,45	0,7039	29,95	
7A1	5,0011	45,31	2,2661	1,4422	62,62	0,9031	39,85	35,13
A2	5,0047	45,31	2,2678	1,5786	62,62	0,9885	43,59	
B1	5,0017	45,31	2,2664	1,0264	62,62	0,6427	28,36	
B2	5,0034	45,31	2,2672	1,5206	62,62	0,9522	42,00	
C1	5,002	45,31	2,2665	1,2089	62,62	0,7570	33,40	
C2	5,0011	45,31	2,2661	1,551	62,62	0,9712	42,86	
D	5,0028	45,31	2,2669	1,0538	62,62	0,6599	29,11	
E	5,0019	45,31	2,2665	1,2164	62,62	0,7617	33,61	
F	5,0029	45,31	2,2669	0,8469	62,62	0,5303	23,39	
8A	5,005	46,13	2,3086	1,7186	68,57	1,1784	51,05	51,84
B	5,0023	46,13	2,3073	1,5109	68,57	1,0360	44,90	
C	5,0049	46,13	2,3085	1,6832	68,57	1,1542	50,00	
D	5,0035	46,13	2,3079	1,9137	68,57	1,3122	56,86	
E	5,0039	46,13	2,3080	1,855	68,57	1,2720	55,11	
F	5,0048	46,13	2,3085	1,7894	68,57	1,2270	53,15	
9A	5,0028	46,63	2,3326	1,8819	71,87	1,3525	57,98	55,60
B	5,0045	46,63	2,3333	1,9421	71,87	1,3958	59,82	
C	5,0035	46,63	2,3329	1,8861	71,87	1,3555	58,11	
D	5,0028	46,63	2,3326	1,726	71,87	1,2405	53,18	
E	5,0024	46,63	2,3324	1,8415	71,87	1,3235	56,74	
F	5,0016	46,63	2,3320	1,5492	71,87	1,1134	47,74	
10A1	5,004	44,31	2,2174	1,4059	65,17	0,9162	41,32	39,49
A2	5,0055	44,31	2,2181	1,4422	65,17	0,9399	42,37	
B1	5,0035	44,31	2,2172	0,8199	65,17	0,5343	24,10	
B2	5,0049	44,31	2,2178	1,2019	65,17	0,7833	35,32	
C1	5,0008	44,31	2,2160	1,4935	65,17	0,9733	43,92	
C2	5,0017	44,31	2,2164	1,412	65,17	0,9202	41,52	
D	5,0018	44,31	2,2164	1,6489	65,17	1,0746	48,48	

APÊNDICE 5 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
10E	5,0013	44,31	2,2162	1,4355	65,17	0,9355	42,21	
F	5,0021	44,31	2,2166	1,2286	65,17	0,8007	36,12	
11A	5,0051	45,69	2,2867	1,5096	73,86	1,1150	48,76	49,75
B	5,0015	45,69	2,2851	1,5553	73,86	1,1487	50,27	
C	5,0007	45,69	2,2847	1,8529	73,86	1,3686	59,90	
D	5,0064	45,69	2,2873	1,4247	73,86	1,0523	46,01	
E	5,0013	45,69	2,2850	1,683	73,86	1,2431	54,40	
F	5,0067	45,69	2,2874	1,2127	73,86	0,8957	39,16	
12A	5,0025	45,86	2,2941	1,9988	62,14	1,2421	54,14	50,54
B	5,0059	45,86	2,2957	1,6937	62,14	1,0525	45,84	
C	5,0031	45,86	2,2944	2,2522	62,14	1,3995	61,00	
D	5,0054	45,86	2,2955	1,5745	62,14	0,9784	42,62	
E	5,0004	45,86	2,2932	1,7846	62,14	1,1090	48,36	
F	5,0034	45,86	2,2946	1,8942	62,14	1,1770	51,30	
PERÍODO 2								
1A	5,0002	51,94	2,5970	1,9521	62,38	1,2176	46,89	50,28
B	5,0042	51,94	2,5991	1,8027	62,38	1,1244	43,26	
C	5,0024	51,94	2,5981	2,2281	62,38	1,3898	53,49	
D	5,0018	51,94	2,5978	2,4124	62,38	1,5047	57,92	
E	5,003	51,94	2,5984	2,3797	62,38	1,4843	57,12	
F	5,0049	51,94	2,5994	1,7906	62,38	1,1169	42,97	
2A1	5,0038	38,38	1,9202	0,9268	42,54	0,3943	20,53	20,85
2A2	5,0031	38,38	1,9199	1,1786	42,54	0,5014	26,11	
2A3	5,0055	38,38	1,9209	1,1134	42,54	0,4736	24,66	
2B1	5,0035	38,38	1,9201	0,6983	42,54	0,2971	15,47	
2B2	5,0028	38,38	1,9198	0,8493	42,54	0,3613	18,82	
2B3	5,0034	38,38	1,9201	0,9067	42,54	0,3857	20,09	
2C1	5,0043	38,38	1,9204	0,9105	42,54	0,3873	20,17	
2C2	5,0037	38,38	1,9202	1,2756	42,54	0,5426	28,26	
2C3	5,0032	38,38	1,9200	0,8768	42,54	0,3730	19,43	
2D1	5,0019	38,38	1,9195	0,7873	42,54	0,3349	17,45	
2D2	5,0037	38,38	1,9202	1,032	42,54	0,4390	22,86	
2D3	5,004	38,38	1,9203	0,9589	42,54	0,4079	21,24	
2E1	5,0041	38,38	1,9203	0,8789	42,54	0,3739	19,47	
2E2	5,0047	38,38	1,9206	0,9959	42,54	0,4237	22,06	
2E3	5,0018	38,38	1,9194	0,9494	42,54	0,4039	21,04	
2F1	5,0041	38,38	1,9203	1,069	42,54	0,4548	23,68	
2F2	5,0015	38,38	1,9193	0,8786	42,54	0,3738	19,47	
2F3	5,0028	38,38	1,9198	0,6504	42,54	0,2767	14,41	
3A	5,0022	41,38	2,0697	1,5171	51,45	0,7805	37,71	37,52
B	5,0018	41,38	2,0695	1,3761	51,45	0,7080	34,21	
C	5,0034	41,38	2,0702	1,5306	51,45	0,7875	38,04	
D	5,0013	41,38	2,0693	1,4317	51,45	0,7366	35,60	
E	5,0029	41,38	2,0699	1,6882	51,45	0,8686	41,96	
F	5,0024	41,38	2,0697	1,5129	51,45	0,7784	37,61	

APÊNDICE 5 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média	
4A	5,0019	42,81	2,1414	1,7243	50,73	0,8747	40,85	48,17	
B	5,0035	42,81	2,1421	1,8163	50,73	0,9214	43,01		
C	5,0018	42,81	2,1414	2,274	50,73	1,1536	53,87		
D	5,003	42,81	2,1419	2,2136	50,73	1,1230	52,43		
E	5,0027	42,81	2,1418	1,948	50,73	0,9882	46,14		
F	5,0034	42,81	2,1421	2,2264	50,73	1,1295	52,73		
5A1	5,0011	42,50	2,1255	0,9606	41,90	0,4025	18,94	18,52	
A2	5,004	42,50	2,1267	1,1284	41,90	0,4728	22,23		
A3	5,0034	42,50	2,1264	0,9456	41,90	0,3962	18,63		
B1	5,0046	42,50	2,1270	0,8454	41,90	0,3542	16,65		
B2	5,0051	42,50	2,1272	0,9668	41,90	0,4051	19,04		
B3	5,0055	42,50	2,1273	0,8979	41,90	0,3762	17,69		
C1	5,0033	42,50	2,1264	1,2469	41,90	0,5225	24,57		
C2	5,0031	42,50	2,1263	0,8703	41,90	0,3647	17,15		
C3	5,0013	42,50	2,1256	0,7199	41,90	0,3016	14,19		
D1	5,0029	42,50	2,1262	1,1024	41,90	0,4619	21,72		
D2	5,0056	42,50	2,1274	0,8617	41,90	0,3611	16,97		
D3	5,0024	42,50	2,1260	0,8032	41,90	0,3365	15,83		
E1	5,0025	42,50	2,1261	1	41,90	0,4190	19,71		
E2	5,0054	42,50	2,1273	0,781	41,90	0,3272	15,38		
E3	5,0015	42,50	2,1256	0,9028	41,90	0,3783	17,80		
F1	5,0023	42,50	2,1260	0,9901	41,90	0,4149	19,51		
F2	5,0044	42,50	2,1269	0,7897	41,90	0,3309	15,56		
F3	5,004	42,50	2,1267	1,1019	41,90	0,4617	21,71		
6A1	5,0038	47,00	2,3518	1,5006	62,22	0,9337	39,70		38,32
A2	5,002	47,00	2,3509	1,4266	62,22	0,8876	37,76		
B1	5,0043	47,00	2,3520	1,6083	62,22	1,0007	42,55		
B2	5,0028	47,00	2,3513	1,4097	62,22	0,8771	37,30		
C1	5,0019	47,00	2,3509	1,4472	62,22	0,9004	38,30		
C2	5,0053	47,00	2,3525	1,2735	62,22	0,7924	33,68		
D	5,0045	47,00	2,3521	1,4381	62,22	0,8948	38,04		
E	5,0017	47,00	2,3508	1,6636	62,22	1,0351	44,03		
F	5,0027	47,00	2,3513	1,2676	62,22	0,7887	33,54		
7A1	5,0023	45,31	2,2667	1,4172	58,99	0,8360	36,88	34,99	
A2	5,0048	45,31	2,2678	1,4936	58,99	0,8811	38,85		
B1	5,0037	45,31	2,2673	1,3849	58,99	0,8170	36,03		
B2	5,005	45,31	2,2679	1,2983	58,99	0,7659	33,77		
C1	5,003	45,31	2,2670	1,2545	58,99	0,7400	32,64		
C2	5,0035	45,31	2,2672	0,8197	58,99	0,4835	21,33		
D	5,0065	45,31	2,2686	1,6381	58,99	0,9663	42,60		
E	5,0025	45,31	2,2668	1,477	58,99	0,8713	38,44		
F	5,0045	45,31	2,2677	1,3208	58,99	0,7791	34,36		
8A	5,0058	46,13	2,3089	1,8825	67,75	1,2754	55,24		51,29
B	5,0037	46,13	2,3080	1,7363	67,75	1,1763	50,97		
C	5,0048	46,13	2,3085	1,8563	67,75	1,2576	54,48		
D	5,0047	46,13	2,3084	1,6402	67,75	1,1112	48,14		

APÊNDICE 5. (continuação....)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
8E	5,003	46,13	2,3076	1,7104	67,75	1,1588	50,22	
F	5,0055	46,13	2,3088	1,6586	67,75	1,1237	48,67	
9A	5,0066	46,63	2,3343	2,1024	66,34	1,3947	59,75	56,89
B	5,0029	46,63	2,3326	2,337	66,34	1,5504	66,47	
C	5,0016	46,63	2,3320	1,8887	66,34	1,2530	53,73	
D	5,0048	46,63	2,3335	1,8365	66,34	1,2183	52,21	
E	5,0022	46,63	2,3323	1,6937	66,34	1,1236	48,18	
F	5,0042	46,63	2,3332	2,1466	66,34	1,4241	61,03	
10A1	5,0016	44,31	2,2163	1,0971	61,99	0,6801	30,69	39,69
A2	5,0029	44,31	2,2169	1,6883	61,99	1,0466	47,21	
B1	5,0018	44,31	2,2164	1,7562	61,99	1,0887	49,12	
B2	5,0042	44,31	2,2175	1,3	61,99	0,8059	36,34	
C1	5,005	44,31	2,2178	1,1497	61,99	0,7127	32,13	
C2	5,0026	44,31	2,2168	1,3132	61,99	0,8141	36,72	
D	5,0033	44,31	2,2171	1,5699	61,99	0,9732	43,89	
E	5,0048	44,31	2,2178	1,4313	61,99	0,8873	40,01	
F	5,0036	44,31	2,2172	1,4687	61,99	0,9104	41,06	
11A	5,0052	45,69	2,2868	1,9758	66,88	1,3214	57,79	50,12
B	5,0037	45,69	2,2861	1,743	66,88	1,1657	50,99	
C	5,0033	45,69	2,2859	1,2664	66,88	0,8470	37,05	
D	5,0067	45,69	2,2874	1,5156	66,88	1,0136	44,31	
E	5,0029	45,69	2,2857	1,9118	66,88	1,2786	55,94	
F	5,0042	45,69	2,2863	1,8671	66,88	1,2487	54,62	
12A	5,0049	45,86	2,2952	2,1475	58,26	1,2511	54,51	50,02
B	5,0018	45,86	2,2938	1,7123	58,26	0,9976	43,49	
C	5,0046	45,86	2,2951	1,9871	58,26	1,1577	50,44	
D	5,0047	45,86	2,2952	2,2366	58,26	1,3030	56,77	
E	5,0013	45,86	2,2936	2,0545	58,26	1,1970	52,19	
F	5,0051	45,86	2,2953	1,684	58,26	0,9811	42,74	

APÊNDICE 6. Quadro da análise da variância da variáveis digestão enzimática intestinal da PNDR (DI) e a PNDR digestível no intestino delgado, dos derivados de soja tratados.

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL DI

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Bloco	1	1,401664	1,401664	0,9103	0,63705
Tratamentos	11	1031,8152	93,80138	60,9174	0,00001
Residuo	11	16,937948	1,539813		
Total	23	1050,1548			
Média geral : 81,42					
Coeficiente de variação (%): 1,52					

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PNDRD

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Bloco	1	1,210502	1,210502	1,2522	0,28703
Tratamentos	11	1836,4208	166,94734	172,7006	0,00001
Residuo	11	10,633552	0,966686		
Total	23	1848,2648			
Média geral : 33,19					
Coeficiente de variação (%): 2,96					

APÊNDICE 7. Valores da digestibilidade intestinal da proteína dos derivados de soja submetidos a tratamento térmico e/ou químico não degradada no rúmen após 16 horas de incubação ruminal, nos períodos 1 e 2.

PERÍODO 1								
Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-Incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
1A	0,2358	6,41	15,13	2,8010	0,0608	2,3900	85,33	83,81
B	0,235	6,41	15,07	2,7915	0,0592	2,3100	82,75	
C	0,238	6,41	15,27	2,8271	0,0592	2,3100	81,71	
D	0,2355	6,41	15,11	2,7974	0,0608	2,3900	85,44	
2A	0,2196	6,88	15,11	2,7979	0,0576	2,2300	79,70	80,54
B	0,2199	6,88	15,13	2,8017	0,0592	2,3100	82,45	
C	0,219	6,88	15,07	2,7902	0,0576	2,2300	79,92	
D	0,2186	6,88	15,04	2,7851	0,0576	2,2300	80,07	
3A	0,1805	8,31	15,00	2,7778	0,0592	2,3100	83,16	83,27
B	0,1823	8,31	15,15	2,8055	0,0608	2,3900	85,19	
C	0,1828	8,31	15,19	2,8132	0,0608	2,3900	84,96	
D	0,1816	8,31	15,09	2,7948	0,0576	2,2300	79,79	
4A	0,192	7,88	15,13	2,8023	0,0512	1,9100	68,16	68,00
B	0,191	7,88	15,05	2,7878	0,0496	1,8300	65,64	
C	0,1908	7,88	15,04	2,7848	0,0496	1,8300	65,71	
D	0,1805	7,88	14,23	2,6345	0,0512	1,9100	72,50	
5A	0,2115	7,12	15,07	2,7905	0,0624	2,4700	88,51	89,27
B	0,2111	7,12	15,04	2,7853	0,0640	2,5500	91,55	
C	0,211	7,12	15,03	2,7839	0,0624	2,4700	88,72	
D	0,212	7,12	15,10	2,7971	0,0624	2,4700	88,30	
6A	0,1486	10,15	15,09	2,7937	0,0592	2,3100	82,69	83,51
B	0,149	10,15	15,13	2,8012	0,0608	2,3900	85,32	
C	0,1479	10,15	15,01	2,7805	0,0592	2,3100	83,08	
D	0,1481	10,15	15,04	2,7843	0,0592	2,3100	82,97	
7A	0,15	10,02	15,03	2,7831	0,0608	2,3900	85,88	86,62
B	0,1499	10,02	15,02	2,7813	0,0624	2,4700	88,81	
C	0,1502	10,02	15,05	2,7868	0,0624	2,4700	88,63	
D	0,1497	10,02	15,00	2,7775	0,0592	2,3100	83,17	
8A	0,1372	10,97	15,05	2,7875	0,0608	2,3900	85,74	85,78
B	0,1375	10,97	15,09	2,7936	0,0624	2,4700	88,42	
C	0,137	10,97	15,03	2,7834	0,0608	2,3900	85,87	
D	0,1368	10,97	15,01	2,7794	0,0592	2,3100	83,11	
9A	0,131	11,50	15,06	2,7896	0,0528	1,9900	71,34	68,54
B	0,1318	11,50	15,16	2,8067	0,0512	1,9100	68,05	
C	0,1305	11,50	15,01	2,7790	0,0512	1,9100	68,73	
D	0,1301	11,50	14,96	2,7705	0,0496	1,8300	66,05	
10A	0,1445	10,43	15,07	2,7902	0,0608	2,3900	85,66	86,40
B	0,144	10,43	15,02	2,7806	0,0608	2,3900	85,95	
C	0,1451	10,43	15,13	2,8018	0,0624	2,4700	88,16	
D	0,1442	10,43	15,04	2,7844	0,0608	2,3900	85,83	

APÊNDICE 7 (continuação...)

Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
11A	0,1275	11,82	15,07	2,7903	0,0560	2,1500	77,05	75,65
B	0,1279	11,82	15,11	2,7990	0,0560	2,1500	76,81	
C	0,1273	11,82	15,04	2,7859	0,0544	2,0700	74,30	
D	0,1271	11,82	15,02	2,7815	0,0544	2,0700	74,42	
12A	0,152	9,94	15,11	2,7986	0,0592	2,3100	82,54	82,78
B	0,1512	9,94	15,03	2,7839	0,0576	2,2300	80,10	
C	0,1515	9,94	15,06	2,7894	0,0608	2,3900	85,68	
D	0,1511	9,94	15,02	2,7820	0,0592	2,3100	83,03	
PERÍODO 2								
1A	0,209	7,19	15,03	2,7828	0,0624	2,4700	88,76	85,02
B	0,2096	7,19	15,07	2,7916	0,0592	2,3100	82,75	
C	0,2099	7,19	15,10	2,7956	0,0608	2,3900	85,49	
D	0,2088	7,19	15,02	2,7809	0,0592	2,3100	83,07	
2A	0,2205	6,81	15,02	2,7808	0,0560	2,1500	77,32	80,79
B	0,2205	6,81	15,02	2,7808	0,0576	2,2300	80,19	
C	0,221	6,81	15,05	2,7871	0,0592	2,3100	82,88	
D	0,2213	6,81	15,07	2,7908	0,0592	2,3100	82,77	
3A	0,1828	8,23	15,04	2,7860	0,0608	2,3900	85,79	84,36
B	0,183	8,23	15,06	2,7891	0,0608	2,3900	85,69	
C	0,1828	8,23	15,04	2,7860	0,0592	2,3100	82,91	
D	0,1825	8,23	15,02	2,7814	0,0592	2,3100	83,05	
4A	0,1851	8,12	15,03	2,7834	0,0512	1,9100	68,62	69,30
B	0,1849	8,12	15,01	2,7803	0,0512	1,9100	68,70	
C	0,1853	8,12	15,05	2,7864	0,0528	1,9900	71,42	
D	0,1855	8,12	15,06	2,7894	0,0512	1,9100	68,47	
5A	0,2233	6,70	14,96	2,7706	0,0608	2,3900	86,26	88,85
B	0,2245	6,70	15,04	2,7855	0,0640	2,5500	91,55	
C	0,2243	6,70	15,03	2,7830	0,0624	2,4700	88,75	
D	0,2241	6,70	15,01	2,7805	0,0624	2,4700	88,83	
6A	0,1511	9,96	15,05	2,7870	0,0608	2,3900	85,76	84,86
B	0,1515	9,96	15,09	2,7943	0,0592	2,3100	82,67	
C	0,1513	9,96	15,07	2,7906	0,0624	2,4700	88,51	
D	0,1518	9,96	15,12	2,7999	0,0592	2,3100	82,50	
7A	0,1596	9,44	15,07	2,7900	0,0608	2,3900	85,66	85,78
B	0,1591	9,44	15,02	2,7813	0,0608	2,3900	85,93	
C	0,1598	9,44	15,09	2,7935	0,0624	2,4700	88,42	
D	0,159	9,44	15,01	2,7796	0,0592	2,3100	83,11	
8A	0,1391	10,84	15,08	2,7923	0,0608	2,3900	85,59	84,27
B	0,1387	10,84	15,04	2,7843	0,0592	2,3100	82,97	
C	0,1388	10,84	15,05	2,7863	0,0608	2,3900	85,78	
D	0,1391	10,84	15,08	2,7923	0,0592	2,3100	82,73	
9A	0,1414	10,61	15,00	2,7782	0,0496	1,8300	65,87	66,35
B	0,1418	10,61	15,04	2,7861	0,0496	1,8300	65,68	
C	0,1424	10,61	15,11	2,7979	0,0512	1,9100	68,27	
D	0,142	10,61	15,07	2,7900	0,0496	1,8300	65,59	

APÊNDICE 7 (continuação...)

Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
10A	0,1516	9,92	15,04	2,7849	0,0608	2,3900	85,82	85,71
B	0,1521	9,92	15,09	2,7941	0,0592	2,3100	82,67	
C	0,1518	9,92	15,06	2,7886	0,0624	2,4700	88,57	
D	0,1517	9,92	15,05	2,7868	0,0608	2,3900	85,76	
11A	0,1407	10,70	15,05	2,7879	0,0592	2,3100	82,86	79,89
B	0,1412	10,70	15,11	2,7979	0,0576	2,2300	79,70	
C	0,1406	10,70	15,04	2,7860	0,0560	2,1500	77,17	
D	0,141	10,70	15,09	2,7939	0,0576	2,2300	79,82	
12A	0,161	9,32	15,01	2,7805	0,0592	2,3100	83,08	84,79
B	0,162	9,32	15,10	2,7960	0,0608	2,3900	85,48	
C	0,161	9,32	15,04	2,7856	0,0608	2,3900	85,80	
D	0,162	9,32	15,08	2,7925	0,0608	2,3900	85,58	

APÊNDICE 8. Quadros da análise da variância das variáveis N-NH₃ (%MS e %N-Total) dos farelos de soja de diferentes empresas.

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL N-NH₃ (% MS)

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	0,818852	0,204713	5,41	0,0060
Residuo	16	0,605374	0,037835		
Total	20	1,424226			
Média geral : 2,209					
Coeficiente de variação (%): 8,80					

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL N-NH₃ (%N-Total)

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	110,2365	27,55914	3,39	0,0345
Residuo	16	130,1384	8,133651		
Total	20	240,3749			
Média geral : 27,32					
Coeficiente de variação (%): 10,44					

APÊNDICE 9. Valores individualizados das determinações de N-NH₃ (% MS e N-total) dos farelos de soja tratados após incubação 6 horas *in vitro*, nos períodos 1 e 2.

PERÍODO 1										
Amostra	Peso Amostra (g)	Peso na MS (g)	N (%)	N total (mg)/g MS	Nitrog/ml sol. (mg)	N-NH ₃ /g MS (mg)	N-NH ₃ (%MS)	Média	N-NH ₃ /% N total	Média
1	0,5045	0,4511	7,73	77,30	0,224	21,85	2,185	2,188	28,26	28,30
B	0,5036	0,4503	7,73	77,30	0,224	21,89	2,189		28,31	
C	0,5034	0,4501	7,73	77,30	0,224	21,90	2,190		28,33	
2	0,5029	0,4428	8,14	81,40	0,196	19,48	1,948	1,946	23,93	23,90
B	0,5033	0,4431	8,14	81,40	0,182	18,07	1,807		22,20	
C	0,5041	0,4438	8,14	81,40	0,210	20,82	2,082		25,58	
3	0,5014	0,4401	8,41	84,10	0,252	25,19	2,519	2,602	29,96	30,94
B	0,5037	0,4421	8,41	84,10	0,266	26,47	2,647		31,48	
C	0,5052	0,4435	8,41	84,10	0,266	26,39	2,639		31,38	
4	0,506	0,4457	8,26	82,60	0,224	22,11	2,211	2,167	26,77	26,24
B	0,5061	0,4458	8,26	82,60	0,224	22,11	2,211		26,76	
C	0,5042	0,4441	8,26	82,60	0,210	20,80	2,080		25,19	
5	0,5025	0,4456	8,33	83,30	0,224	22,12	2,212	2,253	26,55	27,04
B	0,5037	0,4467	8,33	83,30	0,224	22,06	2,206		26,49	
C	0,5046	0,4475	8,33	83,30	0,238	23,40	2,340		28,09	
6	0,5022	0,4476	8,05	80,50	0,224	22,02	2,202	2,150	27,36	26,70
B	0,5051	0,4501	8,05	80,50	0,224	21,90	2,190		27,20	
C	0,5039	0,4491	8,05	80,50	0,210	20,58	2,058		25,56	
7	0,5053	0,4489	7,95	79,50	0,224	21,96	2,196	2,017	27,62	25,38
B	0,5014	0,4454	7,95	79,50	0,182	17,98	1,798		22,61	
C	0,5052	0,4488	7,95	79,50	0,210	20,59	2,059		25,90	
8	0,5066	0,4493	7,68	76,80	0,196	19,20	1,920	1,744	25,00	22,71
B	0,5035	0,4465	7,68	76,80	0,154	15,18	1,518		19,76	
C	0,5033	0,4463	7,68	76,80	0,182	17,94	1,794		23,36	
9	0,5013	0,4441	8,05	80,50	0,168	16,65	1,665	1,658	20,68	20,60
B	0,5049	0,4472	8,05	80,50	0,182	17,91	1,791		22,24	
C	0,5032	0,4457	8,05	80,50	0,154	15,20	1,520		18,88	
10	0,5037	0,4493	8,31	83,10	0,168	16,45	1,645	1,691	19,80	20,35
B	0,5053	0,4507	8,31	83,10	0,168	16,40	1,640		19,74	
C	0,5018	0,4476	8,31	83,10	0,182	17,89	1,789		21,53	
11	0,5066	0,4464	8,31	83,10	0,238	23,46	2,346	2,311	28,23	27,81
B	0,5023	0,4426	8,31	83,10	0,224	22,27	2,227		26,80	
C	0,5038	0,4439	8,31	83,10	0,238	23,59	2,359		28,39	
12	0,5033	0,4428	8,3	83,00	0,266	26,43	2,643	2,362	31,85	28,46
B	0,5029	0,4425	8,3	83,00	0,224	22,28	2,228		26,84	
C	0,5054	0,4447	8,3	83,00	0,224	22,17	2,217		26,71	
13	0,5031	0,4479	8,12	81,20	0,224	22,01	2,201	2,379	27,10	29,29
B	0,506	0,4504	8,12	81,20	0,266	25,98	2,598		32,00	
C	0,5034	0,4481	8,12	81,20	0,238	23,37	2,337		28,78	
14	0,5031	0,4433	8,43	84,30	0,266	26,40	2,640	2,636	31,32	31,27
B	0,5026	0,4428	8,43	84,30	0,280	27,82	2,782		33,00	
C	0,506	0,4458	8,43	84,30	0,252	24,87	2,487		29,50	

APÊNDICE 9 (continuação...)

Amostra	Peso Amostra (g)	Peso na MS (g)	N (%)	N total (mg)/g MS	Nitrog/ml sol. (mg)	N-NH3/g MS (mg)	N-NH3 (%MS)	Média	N-NH3/% N total	Média
15	0,504	0,4409	7,85	78,50	0,238	23,75	2,375	2,463	30,26	31,37
B	0,505	0,4418	7,85	78,50	0,252	25,10	2,510		31,97	
C	0,5063	0,4429	7,85	78,50	0,252	25,03	2,503		31,89	
16	0,507	0,4441	7,41	74,10	0,252	24,97	2,497	2,595	33,69	35,02
B	0,5062	0,4434	7,41	74,10	0,266	26,39	2,639		35,62	
C	0,5044	0,4419	7,41	74,10	0,266	26,49	2,649		35,75	
17	0,5043	0,4424	8,21	82,10	0,224	22,28	2,228	2,414	27,13	29,40
B	0,5052	0,4432	8,21	82,10	0,238	23,63	2,363		28,78	
C	0,5033	0,4415	8,21	82,10	0,266	26,51	2,651		32,29	
18	0,5044	0,4464	8,24	82,40	0,182	17,94	1,794	1,888	21,77	22,91
B	0,5018	0,4441	8,24	82,40	0,182	18,03	1,803		21,88	
C	0,5052	0,4472	8,24	82,40	0,210	20,66	2,066		25,08	
19	0,5029	0,4451	7,59	75,90	0,266	26,30	2,630	2,584	34,65	34,04
B	0,5046	0,4466	7,59	75,90	0,238	23,45	2,345		30,90	
C	0,5015	0,4438	7,59	75,90	0,280	27,76	2,776		36,57	
20	0,503	0,4466	8,06	80,60	0,168	16,55	1,655	1,882	20,54	23,35
B	0,5055	0,4488	8,06	80,60	0,210	20,59	2,059		25,54	
C	0,5029	0,4465	8,06	80,60	0,196	19,31	1,931		23,96	
21	0,5044	0,4466	8,60	86,00	0,238	23,45	2,345	2,438	27,26	28,35
B	0,5048	0,4470	8,60	86,00	0,252	24,81	2,481		28,84	
C	0,5032	0,4456	8,60	86,00	0,252	24,88	2,488		28,94	

PERÍODO 2

Amostra	Peso Amostra (g)	Peso na MS (g)	N (%)	N total (mg)/g MS	Nitrog/ml sol. (mg)	N-NH3/g MS (mg)	N-NH3 (%MS)	Média	N-NH3/% N total	Média
1	0,5056	0,45211	7,73	77,30	0,238	23,16	2,316	2,326	29,96	30,09
B	0,5013	0,44826	7,73	77,30	0,238	23,36	2,336		30,22	
C	0,5038	0,4505	7,73	77,30	0,238	23,25	2,325		30,07	
2	0,5022	0,44214	8,14	81,40	0,210	20,90	2,090	2,044	25,67	25,11
B	0,5021	0,44205	8,14	81,40	0,210	20,90	2,090		25,68	
C	0,5018	0,44178	8,14	81,40	0,196	19,52	1,952		23,98	
3	0,5021	0,44074	8,41	84,10	0,252	25,16	2,516	2,513	29,91	29,88
B	0,5038	0,44224	8,41	84,10	0,266	26,47	2,647		31,47	
C	0,5020	0,44066	8,41	84,10	0,238	23,76	2,376		28,26	
4	0,5016	0,44186	8,26	82,60	0,224	22,31	2,231	2,324	27,00	28,14
B	0,5014	0,44168	8,26	82,60	0,238	23,71	2,371		28,70	
C	0,5015	0,44177	8,26	82,60	0,238	23,70	2,370		28,70	
5	0,5055	0,44828	8,33	83,30	0,238	23,36	2,336	2,291	28,04	27,50
B	0,5052	0,44801	8,33	83,30	0,224	22,00	2,200		26,41	
C	0,5052	0,44801	8,33	83,30	0,238	23,37	2,337		28,06	
6	0,5047	0,44979	8,05	80,50	0,224	21,91	2,191	2,291	27,22	28,46
B	0,5025	0,44783	8,05	80,50	0,238	23,38	2,338		29,05	
C	0,5014	0,44685	8,05	80,50	0,238	23,44	2,344		29,11	
7	0,5026	0,44651	7,95	79,50	0,238	23,45	2,345	2,114	29,50	26,59
B	0,5049	0,44855	7,95	79,50	0,210	20,60	2,060		25,91	

APÊNDICE 9 (continuação...)

Amostra	Peso Amostra (g)	Peso na MS (g)	N (%)	N total (mg)/g MS	Nitrog/ml sol. (mg)	N-NH3/g MS (mg)	N-NH3 (%MS)	Média	N-NH3/% N total	Média
C	0,5014	0,44544	7,95	79,50	0,196	19,36	1,936		24,35	
8	0,5016	0,44482	7,68	76,80	0,182	18,00	1,800	1,794	23,44	23,36
B	0,5047	0,44757	7,68	76,80	0,182	17,89	1,789		23,30	
C	0,5036	0,44659	7,68	76,80	0,182	17,93	1,793		23,35	
9	0,5047	0,44706	8,05	80,50	0,196	19,29	1,929	1,753	23,96	21,77
B	0,5015	0,44423	8,05	80,50	0,182	18,03	1,803		22,39	
C	0,5013	0,44405	8,05	80,50	0,154	15,26	1,526		18,96	
10	0,5025	0,44823	8,31	83,10	0,182	17,87	1,787	1,738	21,50	20,92
B	0,5052	0,45064	8,31	83,10	0,182	17,77	1,777		21,38	
C	0,5019	0,44769	8,31	83,10	0,168	16,51	1,651		19,87	
11	0,5042	0,44425	8,31	83,10	0,238	23,57	2,357	2,271	28,37	27,33
B	0,5022	0,44249	8,31	83,10	0,224	22,27	2,227		26,80	
C	0,5020	0,44231	8,31	83,10	0,224	22,28	2,228		26,81	
12	0,5023	0,44192	8,3	83,00	0,238	23,70	2,370	2,310	28,55	27,84
B	0,5066	0,44571	8,3	83,00	0,224	22,11	2,211		26,64	
C	0,5064	0,44553	8,3	83,00	0,238	23,50	2,350		28,32	
13	0,5054	0,44991	8,12	81,20	0,224	21,91	2,191	2,286	26,98	28,15
B	0,5029	0,44768	8,12	81,20	0,238	23,39	2,339		28,81	
C	0,5052	0,44973	8,12	81,20	0,238	23,29	2,329		28,68	
14	0,5028	0,44302	8,43	84,30	0,238	23,64	2,364	2,457	28,04	29,15
B	0,5034	0,44355	8,43	84,30	0,238	23,61	2,361		28,01	
C	0,5019	0,44222	8,43	84,30	0,266	26,47	2,647		31,40	
15	0,5045	0,44134	7,85	78,50	0,238	23,73	2,373	2,333	30,23	29,73
B	0,5023	0,43941	7,85	78,50	0,224	22,43	2,243		28,57	
C	0,5020	0,43915	7,85	78,50	0,238	23,85	2,385		30,38	
16	0,5014	0,43923	7,41	74,10	0,238	23,84	2,384	2,334	32,18	31,49
B	0,5037	0,44124	7,41	74,10	0,238	23,73	2,373		32,03	
C	0,5015	0,43931	7,41	74,10	0,224	22,43	2,243		30,28	
17	0,5017	0,44014	8,21	82,10	0,252	25,19	2,519	2,418	30,68	29,45
B	0,5042	0,44233	8,21	82,10	0,238	23,67	2,367		28,84	
C	0,5045	0,4426	8,21	82,10	0,238	23,66	2,366		28,82	
18	0,5018	0,44414	8,24	82,40	0,196	19,42	1,942	1,930	23,56	23,42
B	0,5065	0,4483	8,24	82,40	0,196	19,24	1,924		23,35	
C	0,5062	0,44804	8,24	82,40	0,196	19,25	1,925		23,36	
19	0,5028	0,44498	7,59	75,90	0,252	24,92	2,492	2,439	32,83	32,14
B	0,5045	0,44648	7,59	75,90	0,252	24,83	2,483		32,72	
C	0,5052	0,4471	7,59	75,90	0,238	23,42	2,342		30,86	
20	0,5038	0,44732	8,06	80,60	0,238	23,41	2,341	2,155	29,05	26,74
B	0,5059	0,44919	8,06	80,60	0,210	20,57	2,057		25,52	
C	0,5034	0,44697	8,06	80,60	0,210	20,67	2,067		25,65	
21	0,5035	0,44585	8,60	86,00	0,238	23,49	2,349	2,297	27,31	26,71
B	0,5032	0,44558	8,60	86,00	0,224	22,12	2,212		25,72	
C	0,5075	0,44939	8,60	86,00	0,238	23,30	2,330		27,10	

APÊNDICE 10. Quadros da análise da variância da variável PB (%) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas.

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PB

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	6,899087	1,724771	0,43	0,7882
Residuo	16	64,87984	4,054989		
Total	20	71,77892			
Média geral : 50,60					
Coeficiente de variação (%): 3,98					

APÊNDICE 11. Quadros da análise da variância da variável PNDR (%) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas..

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PNDR

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	173,6402	43,410058	5,88	0,0041
Residuo	16	118,0670	7,379187		
Total	20	291,7072			
Média geral : 49,15					
Coeficiente de variação (%): 5,52					

APÊNDICE 12. Quadros da análise da variância da variável DI (%) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas..

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL DI

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	36,12695	9,031737	2,47	0,0867
Residuo	16	58,55623	3,659764		
Total	20	94,68318			
Média geral : 83,89					
Coeficiente de variação (%): 2,28					

APÊNDICE 13. Quadros da análise da variância da variável PNDRD (%PB) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas..

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PNDRD (%PB)

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	83,97839	20,99459	4,80	0,0098
Residuo	16	70,03530	4,377206		
Total	20	154,0136			
Média geral : 41,19					
Coeficiente de variação (%): 5,08					

APÊNDICE 14. Quadros da análise da variância da variável PNDRD (g/kg MS) dos farelos de soja obtidos de diferentes empresas..

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA VARIÁVEL PNDRD (g/kg MS)

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	P>F
Tratamentos	4	1889,2542	472,3135	3,77	0,0241
Residuo	16	2005,3015	125,3313		
Total	20	3894,5558			
Média geral : 208,27					
Coeficiente de variação (%): 5,37					

APÊNDICE 15. Valores percentuais da proteína bruta dos farelos de soja não degradada no rúmen, após incubação ruminal de 16 horas, nos períodos 1 e 2.

PERÍODO 1								
Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
1A	5,005	48,31	2,4180	1,8900	56,87	1,0749	44,45	49,32
B	5,0024	48,31	2,4168	2,5184	56,87	1,4322	59,26	
C	5,0023	48,31	2,4167	2,3555	56,87	1,3396	55,43	
D	5,0038	48,31	2,4175	1,9447	56,87	1,1060	45,75	
E	5,0056	48,31	2,4183	1,8020	56,87	1,0248	42,38	
F	5,003	48,31	2,4171	2,0673	56,87	1,1757	48,64	
2A	5,0035	50,88	2,5455	2,4144	65,19	1,5739	61,83	51,33
B	5,006	50,88	2,5468	1,8337	65,19	1,1954	46,94	
C	5,002	50,88	2,5448	1,8451	65,19	1,2028	47,27	
D	5,003	50,88	2,5453	2,0190	65,19	1,3162	51,71	
E	5,0044	50,88	2,5460	2,1506	65,19	1,4020	55,07	
F	5,006	50,88	2,5468	1,7645	65,19	1,1503	45,17	
3A	5,0048	52,56	2,6306	2,0919	58,39	1,2214	46,43	41,09
B	5,004	52,56	2,6302	1,7614	58,39	1,0285	39,10	
C	5,0028	52,56	2,6296	2,0138	58,39	1,1758	44,72	
D	5,003	52,56	2,6297	1,7098	58,39	0,9984	37,96	
E	5,003	52,56	2,6297	1,7555	58,39	1,0250	38,98	
F	5,0008	52,56	2,6285	1,7716	58,39	1,0345	39,35	
4A	5,0015	51,63	2,5820	2,0590	65,43	1,3472	52,18	48,88
B	5,0034	51,63	2,5830	1,6990	65,43	1,1117	43,04	
C	5,0005	51,63	2,5815	2,1763	65,43	1,4240	55,16	
D	5	51,63	2,5813	2,0390	65,43	1,3341	51,68	
E	5,0039	51,63	2,5833	1,8540	65,43	1,2131	46,96	
F	5,0045	51,63	2,5836	1,7488	65,43	1,1442	44,29	
5A	5,0023	52,06	2,6043	1,8402	64,65	1,1897	45,68	47,68
B	5,0028	52,06	2,6046	2,0963	64,65	1,3552	52,03	
C	5,0058	52,06	2,6061	2,1579	64,65	1,3951	53,53	
D	5,0034	52,06	2,6049	1,7624	64,65	1,1394	43,74	
E	5,0055	52,06	2,6060	1,8864	64,65	1,2196	46,80	
F	5,0034	52,06	2,6049	1,7853	64,65	1,1542	44,31	
6A	5,0038	50,31	2,5175	1,8909	63,44	1,1996	47,65	49,36
B	5,0029	50,31	2,5171	1,7475	63,44	1,1086	44,04	
C	5,0037	50,31	2,5175	2,1883	63,44	1,3883	55,14	
D	5,0036	50,31	2,5174	2,0295	63,44	1,2875	51,14	
E	5	50,31	2,5156	1,8613	63,44	1,1808	46,94	
F	5,0002	50,31	2,5157	2,0315	63,44	1,2888	51,23	
7A	5,0008	49,69	2,4848	2,1922	67,46	1,4788	59,52	53,31
B	5,0029	49,69	2,4858	1,7647	67,46	1,1905	47,89	
C	5,0004	49,69	2,4846	1,9745	67,46	1,3320	53,61	
D	5,0052	49,69	2,4870	2,0745	67,46	1,3995	56,27	
E	5,0013	49,69	2,4850	1,9410	67,46	1,3094	52,69	
F	5,0027	49,69	2,4857	1,8389	67,46	1,2405	49,91	

APÊNDICE 15 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
8A	5,002	48,00	2,4010	1,9320	62,94	1,2160	50,65	52,03
B	5,001	48,00	2,4005	2,0285	62,94	1,2767	53,19	
C	5,0052	48,00	2,4025	2,1365	62,94	1,3447	55,97	
D	5,0015	48,00	2,4007	1,8075	62,94	1,1376	47,39	
E	5,0007	48,00	2,4003	2,2798	62,94	1,4349	59,78	
F	5,0022	48,00	2,4011	1,7241	62,94	1,0852	45,20	
9A	5,0042	50,31	2,5177	2,4322	65,11	1,5836	62,90	54,54
B	5,0015	50,31	2,5164	1,9119	65,11	1,2449	49,47	
C	5,0018	50,31	2,5165	1,8932	65,11	1,2326	48,98	
D	5,0008	50,31	2,5160	2,0704	65,11	1,3480	53,58	
E	5,0005	50,31	2,5159	2,3653	65,11	1,5401	61,21	
F	5,0002	50,31	2,5157	1,9748	65,11	1,2858	51,11	
10A	5,004	51,94	2,5990	1,9080	68,45	1,3060	50,25	55,72
B	5,004	51,94	2,5990	2,4645	68,45	1,6869	64,91	
C	5,001	51,94	2,5974	1,8552	68,45	1,2699	48,89	
D	5,0002	51,94	2,5970	2,0979	68,45	1,4360	55,29	
E	5,0028	51,94	2,5983	2,1972	68,45	1,5040	57,88	
F	5,0045	51,94	2,5992	2,1681	68,45	1,4841	57,10	
11A	5,0014	51,94	2,5976	1,6020	67,18	1,0762	41,43	45,80
B	5,004	51,94	2,5990	1,9108	67,18	1,2836	49,39	
C	5,0019	51,94	2,5979	1,7808	67,18	1,1963	46,05	
D	5,002	51,94	2,5979	1,8253	67,18	1,2262	47,20	
E	5,0029	51,94	2,5984	1,9211	67,18	1,2906	49,67	
F	5,0014	51,94	2,5976	1,5873	67,18	1,0663	41,05	
12A	5,0052	51,88	2,5964	2,0554	61,69	1,2680	48,83	48,19
B	5,0034	51,88	2,5955	2,2163	61,69	1,3672	52,68	
C	5,0025	51,88	2,5950	2,1528	61,69	1,3281	51,18	
D	5,0016	51,88	2,5946	2,0225	61,69	1,2477	48,09	
E	5,0012	51,88	2,5944	1,9331	61,69	1,1925	45,97	
F	5,0034	51,88	2,5955	1,7841	61,69	1,1006	42,40	
13A	5,0008	50,75	2,5379	1,9355	64,93	1,2567	49,52	47,82
B	5,0046	50,75	2,5398	1,7745	64,93	1,1522	45,36	
C	5,005	50,75	2,5400	1,8009	64,93	1,1693	46,04	
D	5,0013	50,75	2,5382	1,9046	64,93	1,2366	48,72	
E	5,0012	50,75	2,5381	1,8824	64,93	1,2223	48,16	
F	5,0055	50,75	2,5403	1,9222	64,93	1,2481	49,13	
14A	5,003	52,69	2,6360	1,3999	62,28	0,8718	33,07	43,36
B	5,0055	52,69	2,6373	1,6843	62,28	1,0490	39,77	
C	5,002	52,69	2,6354	2,1044	62,28	1,3106	49,73	
D	5,003	52,69	2,6360	2,1668	62,28	1,3495	51,20	
E	5,0056	52,69	2,6373	1,6569	62,28	1,0319	39,13	
F	5,0043	52,69	2,6366	2,0003	62,28	1,2458	47,25	
15A	5,0036	49,06	2,4549	1,9681	61,11	1,2027	48,99	46,37
B	5,004	49,06	2,4551	1,8256	61,11	1,1157	45,44	
C	5,0033	49,06	2,4547	1,8925	61,11	1,1565	47,11	

APÊNDICE 15 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
15D	5,0043	49,06	2,4552	1,8902	61,11	1,1551	47,05	
E	5,005	49,06	2,4556	1,8411	61,11	1,1251	45,82	
F	5,001	49,06	2,4536	1,7583	61,11	1,0745	43,79	
16A	5,0031	46,31	2,3171	1,8667	66,36	1,2387	53,46	48,77
B	5,0038	46,31	2,3174	1,6369	66,36	1,0862	46,87	
C	5,0033	46,31	2,3172	1,6307	66,36	1,0822	46,70	
D	5,0015	46,31	2,3163	1,6171	66,36	1,0731	46,33	
E	5,0028	46,31	2,3169	1,6099	66,36	1,0684	46,11	
F	5,0057	46,31	2,3183	1,8561	66,36	1,2317	53,13	
17A	5,0045	51,31	2,5679	1,7912	64,74	1,1596	45,16	45,02
B	5,0012	51,31	2,5662	1,7267	64,74	1,1178	43,56	
C	5,0029	51,31	2,5671	1,8612	64,74	1,2049	46,94	
D	5,0035	51,31	2,5674	1,6473	64,74	1,0665	41,54	
E	5,0037	51,31	2,5675	2,0029	64,74	1,2967	50,50	
F	5	51,31	2,5656	1,6803	64,74	1,0879	42,40	
18A	5,0006	51,50	2,5753	2,2094	70,25	1,5521	60,27	51,61
B	5,0049	51,50	2,5775	2,1406	70,25	1,5038	58,34	
C	5,0051	51,50	2,5776	1,5649	70,25	1,0993	42,65	
D	5,0035	51,50	2,5768	2,0452	70,25	1,4367	55,76	
E	5,0032	51,50	2,5766	1,7309	70,25	1,2159	47,19	
F	5,0004	51,50	2,5752	1,6655	70,25	1,1700	45,43	
19A	5,0055	47,44	2,3745	1,8733	62,12	1,1637	49,01	50,66
B	5,0011	47,44	2,3724	1,9638	62,12	1,2199	51,42	
C	5,0022	47,44	2,3729	2,1602	62,12	1,3419	56,55	
D	5,0057	47,44	2,3746	1,8212	62,12	1,1313	47,64	
E	5,0016	47,44	2,3726	1,9558	62,12	1,2149	51,21	
F	5,0057	47,44	2,3746	1,8406	62,12	1,1434	48,15	
20A	5,003	50,38	2,5203	2,0349	63,27	1,2875	51,08	51,08
B	5,0043	50,38	2,5209	1,9176	63,27	1,2133	48,13	
C	5,003	50,38	2,5203	1,7937	63,27	1,1349	45,03	
D	5,0056	50,38	2,5216	2,2388	63,27	1,4165	56,17	
E	5,0007	50,38	2,5191	2,2186	63,27	1,4037	55,72	
F	5,0029	50,38	2,5202	2,0055	63,27	1,2689	50,35	
21A	5,002	53,75	2,6886	1,7237	62,20	1,0722	39,88	44,28
B	5,0015	53,75	2,6883	1,5870	62,20	0,9871	36,72	
C	5,0036	53,75	2,6894	1,7349	62,20	1,0791	40,13	
D	5,0039	53,75	2,6896	1,8681	62,20	1,1620	43,20	
E	5,0024	53,75	2,6888	2,3626	62,20	1,4695	54,65	
F	5,0029	53,75	2,6891	2,2098	62,20	1,3745	51,11	

APÊNDICE 15 (continuação...)

PERÍODO 2								
Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
1A	5,0018	48,31	2,4165	2,2465	56,84	1,2769	52,84	48,39
B	5,0025	48,31	2,4168	2,1656	56,84	1,2309	50,93	
C	5,0038	48,31	2,4175	2,2012	56,84	1,2512	51,76	
D	5,0023	48,31	2,4167	1,8186	56,84	1,0337	42,77	
E	5,0045	48,31	2,4178	1,9139	56,84	1,0879	44,99	
F	5,0025	48,31	2,4168	2,0000	56,84	1,1368	47,04	
2A	5,0032	50,88	2,5454	2,0323	65,26	1,3263	52,11	52,80
B	5,0029	50,88	2,5452	2,2424	65,26	1,4634	57,50	
C	5,0013	50,88	2,5444	1,9297	65,26	1,2593	49,49	
D	5,0019	50,88	2,5447	2,0989	65,26	1,3698	53,83	
E	5,0032	50,88	2,5454	2,2537	65,26	1,4708	57,78	
F	5,0035	50,88	2,5455	1,7991	65,26	1,1741	46,12	
3A	5,0029	52,56	2,6296	1,8668	58,46	1,0913	41,50	43,51
B	5,0026	52,56	2,6295	1,7881	58,46	1,0453	39,75	
C	5,0046	52,56	2,6305	2,0975	58,46	1,2262	46,61	
D	5,0022	52,56	2,6293	2,3525	58,46	1,3753	52,31	
E	5,0024	52,56	2,6294	1,7637	58,46	1,0311	39,21	
F	5,004	52,56	2,6302	1,8761	58,46	1,0968	41,70	
4A	5,0041	51,63	2,5834	2,1836	64,698	1,4128	54,69	48,34
B	5,0025	51,63	2,5825	2,0182	64,698	1,3057	50,56	
C	5,0042	51,63	2,5834	1,5480	64,698	1,0015	38,77	
D	5,0042	51,63	2,5834	1,9550	64,698	1,2648	48,96	
E	5,0019	51,63	2,5822	1,1572	64,698	0,7487	48,34	
F	5,0048	51,63	2,5837	1,9466	64,698	1,2594	48,74	
5A	5,0037	52,06	2,6051	2,0588	65,82	1,3551	52,02	48,69
B	5,003	52,06	2,6047	2,1342	65,82	1,4047	53,93	
C	5,0019	52,06	2,6041	1,7591	65,82	1,1579	44,46	
D	5,0049	52,06	2,6057	1,9944	65,82	1,3127	50,38	
E	5,0048	52,06	2,6056	1,7151	65,82	1,1289	43,33	
F	5,0043	52,06	2,6054	1,9003	65,82	1,2508	48,01	
6A	5,0022	50,31	2,5167	2,1222	64,34	1,3654	54,25	51,69
B	5,004	50,31	2,5176	1,9554	64,34	1,2581	49,97	
C	5,0014	50,31	2,5163	1,7425	64,34	1,1211	44,55	
D	5,0039	50,31	2,5176	2,0489	64,34	1,3182	52,36	
E	5,0028	50,31	2,5170	2,3296	64,34	1,4989	59,55	
F	5,0031	50,31	2,5172	1,9341	64,34	1,2444	49,44	
7A	5,0021	49,69	2,4854	1,9035	66,51	1,2660	50,94	53,45
B	5,0048	49,69	2,4868	2,0037	66,51	1,3327	53,59	
C	5,0037	49,69	2,4862	2,0297	66,51	1,3499	54,30	
D	5,0046	49,69	2,4867	1,7759	66,51	1,1812	47,50	
E	5,0039	49,69	2,4863	2,2044	66,51	1,4661	58,97	
F	5,0024	49,69	2,4856	2,0712	66,51	1,3776	55,42	

APÊNDICE 15 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
8A	5,002	48,00	2,4010	2,3473	62,47	1,4664	61,07	53,67
B	5,0029	48,00	2,4014	1,9687	62,47	1,2299	51,21	
C	5,004	48,00	2,4019	2,2998	62,47	1,4367	59,81	
D	5,0039	48,00	2,4019	1,7883	62,47	1,1172	46,51	
E	5,0021	48,00	2,4010	1,8727	62,47	1,1699	48,73	
F	5,0015	48,00	2,4007	2,1009	62,47	1,3124	54,67	
9A	5,0051	50,31	2,5182	2,1703	65,47	1,4209	56,43	55,56
B	5,0054	50,31	2,5183	2,3948	65,47	1,5679	62,26	
C	5,0047	50,31	2,5180	1,7973	65,47	1,1767	46,73	
D	5,0042	50,31	2,5177	2,4546	65,47	1,6071	63,83	
E	5,0026	50,31	2,5169	2,2800	65,47	1,4927	59,31	
F	5,0029	50,31	2,5171	1,7233	65,47	1,1282	44,82	
10A	5,0021	51,94	2,5980	2,5136	65,38	1,6434	63,26	55,57
B	5,0021	51,94	2,5980	2,3956	65,38	1,5662	60,29	
C	5,003	51,94	2,5984	1,8344	65,38	1,1994	46,16	
D	5,0029	51,94	2,5984	2,4600	65,38	1,6084	61,90	
E	5,005	51,94	2,5995	1,8523	65,38	1,2111	46,59	
F	5,003	51,94	2,5984	2,1950	65,38	1,4351	55,23	
11A	5,002	51,94	2,5979	2,1986	67,53	1,4847	57,15	47,09
B	5,0045	51,94	2,5992	1,7166	67,53	1,1592	44,60	
C	5,0025	51,94	2,5982	1,5696	67,53	1,0600	40,80	
D	5,0033	51,94	2,5986	1,5230	67,53	1,0285	39,58	
E	5,0021	51,94	2,5980	2,0233	67,53	1,3663	52,59	
F	5,004	51,94	2,5990	1,8399	67,53	1,2425	47,81	
12A	5,003	51,88	2,5953	2,1099	63,07	1,3307	51,27	46,04
B	5,0036	51,88	2,5956	1,8568	63,07	1,1711	45,12	
C	5,0032	51,88	2,5954	1,8519	63,07	1,1680	45,00	
D	5,0035	51,88	2,5956	1,6824	63,07	1,0611	40,88	
E	5,0045	51,88	2,5961	1,0645	63,07	0,6714	46,04	
F	5,004	51,88	2,5958	1,9721	63,07	1,2438	47,92	
13A	5,0047	50,75	2,5399	2,2196	63,42	1,4077	55,42	48,13
B	5,0016	50,75	2,5383	2,0429	63,42	1,2956	51,04	
C	5,0025	50,75	2,5388	1,6360	63,42	1,0375	40,87	
D	5,0045	50,75	2,5398	1,7691	63,42	1,1220	44,18	
E	5,0023	50,75	2,5387	1,8342	63,42	1,1633	45,82	
F	5,0047	50,75	2,5399	2,0603	63,42	1,3066	51,44	
14A	5,0056	52,69	2,6373	2,0440	65,48	1,3384	50,75	43,88
B	5,0035	52,69	2,6362	1,3687	65,48	0,8962	34,00	
C	5,0023	52,69	2,6356	2,0241	65,48	1,3254	50,29	
D	5,0024	52,69	2,6356	1,5103	65,48	0,9890	37,52	
E	5,0008	52,69	2,6348	2,0341	65,48	1,3320	50,55	
F	5,0038	52,69	2,6364	1,6169	65,48	1,0587	40,16	
15A	5,0034	49,06	2,4548	2,0243	61,22	1,2392	50,48	45,44
B	5,0029	49,06	2,4545	1,6352	61,22	1,0010	40,78	
C	5,0061	49,06	2,4561	2,0004	61,22	1,2246	49,86	

APÊNDICE 15 (continuação...)

Amostra	Peso pré-incub(g)	% PB Pré-Incub	PB total Pré-incub (g)	Peso pós-incub (g)	% PB pós-incub	PB total Pós-incub (g)	PNDR (%)	Média
15D	5,0018	49,06	2,4540	1,8180	61,22	1,1130	45,35	
E	5,0013	49,06	2,4538	1,5721	61,22	0,9624	39,22	
F	5,003	49,06	2,4546	1,8808	61,22	1,1514	46,91	
16A	5,0041	46,31	2,3175	1,6324	65,18	1,0640	45,91	49,33
B	5,0046	46,31	2,3178	1,5782	65,18	1,0287	44,38	
C	5,0036	46,31	2,3173	1,9338	65,18	1,2604	54,39	
D	5,0041	46,31	2,3175	1,5851	65,18	1,0332	44,58	
E	5,0018	46,31	2,3165	2,0400	65,18	1,3297	57,40	
F	5,004	46,31	2,3175	1,4043	65,18	0,9153	49,33	
17A	5,0037	51,31	2,5675	1,7756	65,13	1,1565	45,04	43,88
B	5,004	51,31	2,5677	1,4609	65,13	0,9515	37,06	
C	5,003	51,31	2,5672	1,5315	65,13	0,9975	43,88	
D	5,0055	51,31	2,5684	1,7118	65,13	1,1149	43,41	
E	5,0021	51,31	2,5667	1,8551	65,13	1,2082	47,07	
F	5,0038	51,31	2,5676	1,8450	65,13	1,2016	46,80	
18A	5,0026	51,50	2,5763	1,8250	67,57	1,2332	47,87	48,76
B	5,0028	51,50	2,5764	2,1844	67,57	1,4760	57,29	
C	5,0017	51,50	2,5759	1,6809	67,57	1,1358	44,09	
D	5,0029	51,50	2,5765	1,6065	67,57	1,0855	42,13	
E	5,005	51,50	2,5776	1,6617	67,57	1,1228	43,56	
F	5,0036	51,50	2,5769	2,1980	67,57	1,4852	57,63	
19A	5,0041	47,44	2,3738	2,1467	61,26	1,3151	55,40	51,04
B	5,0034	47,44	2,3735	1,9256	61,26	1,1796	49,70	
C	5,0058	47,44	2,3746	1,7716	61,26	1,0853	45,70	
D	5,0045	47,44	2,3740	1,9824	61,26	1,2144	51,15	
E	5,0032	47,44	2,3734	2,1210	61,26	1,2993	54,75	
F	5,0038	47,44	2,3737	1,9204	61,26	1,1764	49,56	
20A	5,0024	50,38	2,5200	2,0344	63,44	1,2906	51,22	52,18
B	5,0024	50,38	2,5200	0,5630	63,44	0,3572	52,18	5,50
C	5,0034	50,38	2,5205	1,7819	63,44	1,1304	44,85	10,55
D	5,003	50,38	2,5203	2,1702	63,44	1,3768	54,63	
E	5,0041	50,38	2,5208	2,0038	63,44	1,2712	50,43	
F	5,0019	50,38	2,5197	2,3734	63,44	1,5057	59,76	
21A	5,0039	53,75	2,6896	0,5997	61,01	0,3658	44,65	44,65
B	5,0041	53,75	2,6897	2,5104	61,01	1,5316	56,94	7,13
C	5,0028	53,75	2,6890	1,9641	61,01	1,1983	44,56	15,96
D	5,0033	53,75	2,6893	1,8426	61,01	1,1242	41,80	
E	5,004	53,75	2,6897	1,7679	61,01	1,0786	40,10	
F	5,0033	53,75	2,6893	1,7556	61,01	1,0711	39,83	

APÊNDICE 16. Valores da digestibilidade intestinal da proteína não degradável no rúmen dos farelos de soja, nos períodos 1 e 2.

PERÍODO 1								
Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
1A	0,1835	8,18	15,01	2,7800	0,0544	2,0700	74,46	76,62
B	0,1840	8,18	15,05	2,7875	0,0560	2,1500	77,13	
C	0,1838	8,18	15,04	2,7845	0,0560	2,1500	77,21	
D	0,1843	8,18	15,08	2,7921	0,0576	2,2300	79,87	
E	0,1836	8,18	15,02	2,7815	0,0544	2,0700	74,42	
2A	0,1576	9,54	15,03	2,7832	0,0544	2,0700	74,37	75,41
B	0,1578	9,54	15,05	2,7868	0,0544	2,0700	74,28	
C	0,1575	9,54	15,02	2,7815	0,0544	2,0700	74,42	
D	0,1582	9,54	15,09	2,7938	0,0560	2,1500	76,96	
E	0,1581	9,54	15,08	2,7921	0,0560	2,1500	77,00	
3A	0,1670	8,99	15,01	2,7799	0,0560	2,1500	77,34	78,93
B	0,1678	8,99	15,08	2,7932	0,0576	2,2300	79,84	
C	0,1674	8,99	15,05	2,7865	0,0576	2,2300	80,03	
D	0,1673	8,99	15,04	2,7849	0,0560	2,1500	77,20	
E	0,1670	8,99	15,01	2,7799	0,0576	2,2300	80,22	
4A	0,1597	9,40	15,02	2,7812	0,0560	2,1500	77,30	78,39
B	0,1600	9,40	15,05	2,7864	0,0560	2,1500	77,16	
C	0,1595	9,40	15,00	2,7777	0,0560	2,1500	77,40	
D	0,1598	9,40	15,03	2,7830	0,0576	2,2300	80,13	
E	0,1602	9,40	15,07	2,7899	0,0576	2,2300	79,93	
5A	0,1645	9,13	15,02	2,7819	0,0608	2,3900	85,91	83,45
B	0,1648	9,13	15,05	2,7870	0,0592	2,3100	82,88	
C	0,1647	9,13	15,04	2,7853	0,0592	2,3100	82,94	
D	0,1651	9,13	15,08	2,7921	0,0592	2,3100	82,73	
E	0,1650	9,13	15,07	2,7904	0,0592	2,3100	82,78	
6A	0,1620	9,28	15,03	2,7830	0,0560	2,1500	77,26	77,79
B	0,1620	9,28	15,03	2,7830	0,0560	2,1500	77,26	
C	0,1619	9,28	15,02	2,7813	0,0560	2,1500	77,30	
D	0,1624	9,28	15,07	2,7898	0,0576	2,2300	79,93	
E	0,1621	9,28	15,04	2,7847	0,0560	2,1500	77,21	
7A	0,1544	9,73	15,02	2,7811	0,0544	2,0700	74,43	76,55
B	0,1548	9,73	15,06	2,7883	0,0560	2,1500	77,11	
C	0,1545	9,73	15,03	2,7829	0,0560	2,1500	77,26	
D	0,1551	9,73	15,09	2,7937	0,0560	2,1500	76,96	
E	0,1550	9,73	15,08	2,7919	0,0560	2,1500	77,01	
8A	0,1691	8,88	15,02	2,7808	0,0544	2,0700	74,44	74,40
B	0,1690	8,88	15,01	2,7791	0,0544	2,0700	74,48	
C	0,1694	8,88	15,04	2,7857	0,0544	2,0700	74,31	
D	0,1692	8,88	15,02	2,7824	0,0544	2,0700	74,40	
E	0,1693	8,88	15,03	2,7840	0,0544	2,0700	74,35	
9A	0,1527	9,83	15,01	2,7792	0,0576	2,2300	80,24	80,10
B	0,1528	9,83	15,02	2,7811	0,0576	2,2300	80,19	
C	0,1529	9,83	15,03	2,7829	0,0576	2,2300	80,13	

APÊNDICE 16 (continuação...)

Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
9D	0,1530	9,83	15,04	2,7847	0,0576	2,2300	80,08	
E	0,1534	9,83	15,08	2,7920	0,0576	2,2300	79,87	
10A	0,1714	8,76	15,01	2,7790	0,0576	2,2300	80,25	81,21
B	0,1718	8,76	15,04	2,7855	0,0576	2,2300	80,06	
C	0,1716	8,76	15,02	2,7822	0,0576	2,2300	80,15	
D	0,1720	8,76	15,06	2,7887	0,0592	2,3100	82,83	
E	0,1722	8,76	15,08	2,7919	0,0592	2,3100	82,74	
11A	0,1508	9,96	15,02	2,7816	0,0576	2,2300	80,17	81,20
B	0,1513	9,96	15,07	2,7908	0,0592	2,3100	82,77	
C	0,1507	9,96	15,01	2,7797	0,0576	2,2300	80,22	
D	0,1509	9,96	15,03	2,7834	0,0576	2,2300	80,12	
E	0,1514	9,96	15,08	2,7926	0,0592	2,3100	82,72	
12A	0,1562	9,61	15,01	2,7801	0,0576	2,2300	80,21	80,52
B	0,1564	9,61	15,03	2,7837	0,0576	2,2300	80,11	
C	0,1568	9,61	15,07	2,7908	0,0576	2,2300	79,91	
D	0,1570	9,61	15,09	2,7944	0,0576	2,2300	79,80	
E	0,1572	9,61	15,11	2,7979	0,0592	2,3100	82,56	
13A	0,1546	9,72	15,02	2,7815	0,0560	2,1500	77,30	79,47
B	0,1547	9,72	15,03	2,7833	0,0576	2,2300	80,12	
C	0,1549	9,72	15,05	2,7869	0,0576	2,2300	80,02	
D	0,1552	9,72	15,08	2,7923	0,0576	2,2300	79,86	
E	0,1548	9,72	15,04	2,7851	0,0576	2,2300	80,07	
14A	0,1537	9,77	15,01	2,7799	0,0576	2,2300	80,22	82,32
B	0,1538	9,77	15,02	2,7817	0,0592	2,3100	83,04	
C	0,1545	9,77	15,09	2,7944	0,0592	2,3100	82,67	
D	0,1541	9,77	15,05	2,7871	0,0592	2,3100	82,88	
E	0,1543	9,77	15,07	2,7908	0,0592	2,3100	82,77	
15A	0,1592	9,44	15,02	2,7816	0,0528	1,9900	71,54	71,39
B	0,1598	9,44	15,08	2,7921	0,0528	1,9900	71,27	
C	0,1594	9,44	15,04	2,7851	0,0528	1,9900	71,45	
D	0,1599	9,44	15,09	2,7939	0,0528	1,9900	71,23	
E	0,1594	9,44	15,04	2,7851	0,0528	1,9900	71,45	
16A	0,1540	9,74	15,01	2,7788	0,0544	2,0700	74,49	73,78
B	0,1541	9,74	15,02	2,7806	0,0544	2,0700	74,44	
C	0,1546	9,74	15,06	2,7897	0,0544	2,0700	74,20	
D	0,1547	9,74	15,07	2,7915	0,0544	2,0700	74,15	
E	0,1540	9,74	15,01	2,7788	0,0528	1,9900	71,61	
17A	0,1695	8,87	15,03	2,7833	0,0528	1,9900	71,50	71,96
B	0,1694	8,87	15,02	2,7817	0,0528	1,9900	71,54	
C	0,1698	8,87	15,06	2,7882	0,0528	1,9900	71,37	
D	0,1700	8,87	15,07	2,7915	0,0528	1,9900	71,29	
E	0,1701	8,87	15,08	2,7932	0,0544	2,0700	74,11	
18A	0,1543	9,75	15,04	2,7848	0,0544	2,0700	74,33	75,43
B	0,1541	9,75	15,02	2,7812	0,0544	2,0700	74,43	
C	0,1544	9,75	15,05	2,7866	0,0544	2,0700	74,28	

APÊNDICE 16 (continuação...)

Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
18D	0,1547	9,75	15,08	2,7920	0,0560	2,1500	77,01	
E	0,1545	9,75	15,06	2,7884	0,0560	2,1500	77,10	
19A	0,1780	8,44	15,03	2,7831	0,0576	2,2300	80,13	78,93
B	0,1779	8,44	15,02	2,7816	0,0560	2,1500	77,29	
C	0,1778	8,44	15,01	2,7800	0,0560	2,1500	77,34	
D	0,1785	8,44	15,07	2,7909	0,0576	2,2300	79,90	
E	0,1783	8,44	15,05	2,7878	0,0576	2,2300	79,99	
20A	0,1674	8,98	15,04	2,7853	0,0544	2,0700	74,32	74,29
B	0,1672	8,98	15,02	2,7819	0,0544	2,0700	74,41	
C	0,1673	8,98	15,03	2,7836	0,0544	2,0700	74,36	
D	0,1678	8,98	15,08	2,7919	0,0544	2,0700	74,14	
E	0,1676	8,98	15,06	2,7886	0,0544	2,0700	74,23	
21A	0,1650	9,12	15,05	2,7867	0,0544	2,0700	74,28	72,61
B	0,1646	9,12	15,01	2,7799	0,0528	1,9900	71,59	
C	0,1649	9,12	15,04	2,7850	0,0528	1,9900	71,45	
D	0,1651	9,12	15,06	2,7884	0,0544	2,0700	74,24	
E	0,1648	9,12	15,03	2,7833	0,0528	1,9900	71,50	
PERÍODO 2								
1A	0,1811	8,31	15,06	2,7881	0,0608	2,3900	85,72	86,91
B	0,1814	8,31	15,08	2,7928	0,0608	2,3900	85,58	
C	0,181	8,31	15,05	2,7866	0,0608	2,3900	85,77	
D	0,1809	8,31	15,04	2,7851	0,0624	2,4700	88,69	
E	0,1807	8,31	15,02	2,7820	0,0624	2,4700	88,79	
2A	0,1548	9,72	15,04	2,7851	0,0608	2,3900	85,82	85,22
B	0,1545	9,72	15,01	2,7797	0,0608	2,3900	85,98	
C	0,1549	9,72	15,05	2,7869	0,0608	2,3900	85,76	
D	0,1551	9,72	15,07	2,7905	0,0592	2,3100	82,78	
E	0,1549	9,72	15,05	2,7869	0,0608	2,3900	85,76	
3A	0,1736	8,67	15,05	2,7875	0,0608	2,3900	85,74	86,85
B	0,1734	8,67	15,04	2,7843	0,0608	2,3900	85,84	
C	0,1738	8,67	15,07	2,7907	0,0624	2,4700	88,51	
D	0,1736	8,67	15,05	2,7875	0,0608	2,3900	85,74	
E	0,1740	8,67	15,09	2,7939	0,0624	2,4700	88,41	
4A	0,1628	9,23	15,03	2,7834	0,0592	2,3100	82,99	84,12
B	0,1630	9,23	15,05	2,7868	0,0608	2,3900	85,76	
C	0,1627	9,23	15,02	2,7817	0,0592	2,3100	83,04	
D	0,1626	9,23	15,01	2,7800	0,0592	2,3100	83,09	
E	0,1631	9,23	15,06	2,7886	0,0608	2,3900	85,71	
5A	0,1704	8,82	15,03	2,7829	0,0608	2,3900	85,88	86,27
B	0,1709	8,82	15,07	2,7910	0,0608	2,3900	85,63	
C	0,1709	8,82	15,07	2,7910	0,0608	2,3900	85,63	
D	0,1706	8,82	15,05	2,7861	0,0608	2,3900	85,78	
E	0,1710	8,82	15,08	2,7927	0,0624	2,4700	88,45	
6A	0,1620	9,29	15,04	2,7857	0,0592	2,3100	82,92	82,31
B	0,1620	9,29	15,04	2,7857	0,0592	2,3100	82,92	

APÊNDICE 16 (continuação...)

Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
6C	0,1619	9,29	15,03	2,7840	0,0576	2,2300	80,10	
D	0,1624	9,29	15,08	2,7926	0,0592	2,3100	82,72	
E	0,1621	9,29	15,05	2,7874	0,0592	2,3100	82,87	
7A	0,1567	9,60	15,04	2,7850	0,0576	2,2300	80,07	81,71
B	0,1565	9,60	15,02	2,7814	0,0576	2,2300	80,17	
C	0,1568	9,60	15,05	2,7868	0,0592	2,3100	82,89	
D	0,1570	9,60	15,07	2,7903	0,0592	2,3100	82,79	
E	0,1573	9,60	15,10	2,7957	0,0592	2,3100	82,63	
8A	0,1730	8,73	15,10	2,7967	0,0576	2,2300	79,74	80,65
B	0,1730	8,73	15,10	2,7967	0,0576	2,2300	79,74	
C	0,1737	8,73	15,16	2,8080	0,0592	2,3100	82,26	
D	0,1740	8,73	15,19	2,8129	0,0576	2,2300	79,28	
E	0,1738	8,73	15,17	2,8096	0,0592	2,3100	82,22	
9A	0,1587	9,46	15,02	2,7814	0,0576	2,2300	80,18	81,79
B	0,1586	9,46	15,01	2,7796	0,0576	2,2300	80,23	
C	0,1588	9,46	15,03	2,7831	0,0592	2,3100	83,00	
D	0,1591	9,46	15,06	2,7884	0,0592	2,3100	82,84	
E	0,1594	9,46	15,09	2,7936	0,0592	2,3100	82,69	
10A	0,1721	8,74	15,05	2,7862	0,0592	2,3100	82,91	83,54
B	0,1717	8,74	15,01	2,7798	0,0592	2,3100	83,10	
C	0,1719	8,74	15,03	2,7830	0,0592	2,3100	83,00	
D	0,1720	8,74	15,04	2,7846	0,0592	2,3100	82,96	
E	0,1722	8,74	15,05	2,7879	0,0608	2,3900	85,73	
11A	0,1609	9,37	15,08	2,7919	0,0608	2,3900	85,60	84,53
B	0,1608	9,37	15,07	2,7902	0,0608	2,3900	85,66	
C	0,1606	9,37	15,05	2,7867	0,0592	2,3100	82,89	
D	0,1610	9,37	15,09	2,7937	0,0608	2,3900	85,55	
E	0,1605	9,37	15,04	2,7850	0,0592	2,3100	82,94	
12A	0,1652	9,10	15,03	2,7840	0,0592	2,3100	82,97	82,91
B	0,1651	9,10	15,02	2,7823	0,0592	2,3100	83,02	
C	0,1653	9,10	15,04	2,7857	0,0592	2,3100	82,92	
D	0,1657	9,10	15,08	2,7924	0,0592	2,3100	82,72	
E	0,1653	9,10	15,04	2,7857	0,0592	2,3100	82,92	
13A	0,1592	9,44	15,03	2,7833	0,0608	2,3900	85,87	85,81
B	0,1591	9,44	15,02	2,7815	0,0608	2,3900	85,92	
C	0,1593	9,44	15,04	2,7850	0,0608	2,3900	85,82	
D	0,1596	9,44	15,07	2,7903	0,0608	2,3900	85,66	
E	0,1594	9,44	15,05	2,7868	0,0608	2,3900	85,76	
14A	0,1572	9,57	15,05	2,7864	0,0608	2,3900	85,78	84,09
B	0,1570	9,57	15,03	2,7828	0,0592	2,3100	83,01	
C	0,1573	9,57	15,06	2,7881	0,0608	2,3900	85,72	
D	0,1572	9,57	15,05	2,7864	0,0592	2,3100	82,90	
E	0,1569	9,57	15,02	2,7810	0,0592	2,3100	83,06	

APÊNDICE 16 (continuação...)

Amostra	Peso amostra (g)	N Pré-incub (%)	N Pré-incub (mg)	N na amostra (mg)	N Pós-incub (%)	N Pós-incub (mg)	Dig. N (%)	Média
15A	0,1704	8,83	15,05	2,7877	0,0624	2,4700	88,60	86,91
B	0,1699	8,83	15,01	2,7795	0,0608	2,3900	85,99	
C	0,1703	8,83	15,04	2,7861	0,0608	2,3900	85,78	
D	0,1705	8,83	15,06	2,7893	0,0624	2,4700	88,55	
E	0,1706	8,83	15,07	2,7910	0,0608	2,3900	85,63	
16A	0,1603	9,41	15,08	2,7921	0,0592	2,3100	82,73	80,50
B	0,1598	9,41	15,03	2,7834	0,0576	2,2300	80,12	
C	0,1605	9,41	15,10	2,7956	0,0576	2,2300	79,77	
D	0,1602	9,41	15,07	2,7904	0,0576	2,2300	79,92	
E	0,1601	9,41	15,06	2,7886	0,0576	2,2300	79,97	
17A	0,1735	8,65	15,01	2,7799	0,0608	2,3900	85,97	87,01
B	0,1738	8,65	15,04	2,7847	0,0624	2,4700	88,70	
C	0,1736	8,65	15,02	2,7815	0,0608	2,3900	85,92	
D	0,1737	8,65	15,03	2,7831	0,0608	2,3900	85,87	
E	0,1740	8,65	15,05	2,7879	0,0624	2,4700	88,60	
18A	0,1557	9,69	15,08	2,7931	0,0592	2,3100	82,71	81,74
B	0,1551	9,69	15,02	2,7823	0,0576	2,2300	80,15	
C	0,1556	9,69	15,07	2,7913	0,0592	2,3100	82,76	
D	0,1554	9,69	15,05	2,7877	0,0592	2,3100	82,86	
E	0,1550	9,69	15,01	2,7805	0,0576	2,2300	80,20	
19A	0,1794	8,39	15,06	2,7885	0,0592	2,3100	82,84	81,19
B	0,1789	8,39	15,02	2,7808	0,0576	2,2300	80,19	
C	0,1795	8,39	15,07	2,7901	0,0592	2,3100	82,79	
D	0,1793	8,39	15,05	2,7870	0,0576	2,2300	80,01	
E	0,1791	8,39	15,03	2,7839	0,0576	2,2300	80,10	
20A	0,1642	9,15	15,03	2,7833	0,0592	2,3100	82,99	84,12
B	0,1645	9,15	15,06	2,7884	0,0608	2,3900	85,71	
C	0,1644	9,15	15,05	2,7867	0,0608	2,3900	85,76	
D	0,1641	9,15	15,02	2,7816	0,0592	2,3100	83,04	
E	0,1640	9,15	15,01	2,7799	0,0592	2,3100	83,10	
21A	0,1654	9,09	15,04	2,7850	0,0592	2,3100	82,94	83,44
B	0,1655	9,09	15,05	2,7867	0,0592	2,3100	82,89	
C	0,1659	9,09	15,08	2,7935	0,0608	2,3900	85,56	
D	0,1657	9,09	15,07	2,7901	0,0592	2,3100	82,79	
E	0,1653	9,09	15,03	2,7834	0,0592	2,3100	82,99	

8. VITA

Daniel Montagner, filho de Odir Zanuzo Montagner e Ila Piovesan Montagner, nasceu em 24 de fevereiro de 1975, em Faxinal de Soturno, Rio Grande do Sul.

Cursou o primeiro grau na rede pública estadual de ensino, em Nova Palma, RS. O segundo grau foi concluído no Instituto São José, Santa Maria, RS, no ano de 1993. Em 1995, ingressou na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), graduando-se em Zootecnia em 2000. Em março deste mesmo ano iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Em 2002, ingressou no quadro de técnicos em Nutrição Animal da Mercatho Exportadora e Importadora S.A., em Novo Hamburgo, RS.