



Foto: Rufino, R.R.

COMUNICADO  
TÉCNICO

600

Concórdia, SC  
Dezembro, 2022



## Monitoramento da qualidade de soja integral desativada

Everton Luis Krabbe  
Edenilse Gopinger  
José Elias Carvalho

# Monitoramento da qualidade de soja integral desativada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Everton Luis Krabbe, Engenheiro Agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. Edenilse Gopinger, Zootecnista, doutora em nutrição animal, bolsista de estímulo a inovação da Fundação de apoio a pesquisa e desenvolvimento agropecuário Edmundo Gastal, Concórdia, SC. José Elias Carvalho, Tecnólogo em alimentos, Cooperativa Agroindustrial Alfa - Coperalfa, Chapecó, SC.

## Introdução

A soja é uma das principais *commodities* que se destacam em âmbito nacional e mundial pelo alto teor de proteínas (Aprosoja Brasil, 2019). Existem no Brasil diversos complexos industriais destinados ao seu processamento, já que o grão pode ser utilizado de diversas formas em diferentes segmentos. Dentre estes estão a produção de ração animal, a alimentação humana e a fabricação de biocombustíveis (Lopes, 2008).

A soja é um alimento que apresenta proteína de alta qualidade e elevada quantidade de energia, possui em média 22,6% (18,3%-26,05%) de óleo e 36,8% (31,6%-41,1%) de proteína bruta de alto valor biológico, com composição em aminoácidos essenciais favorável à alimentação de aves e suínos, mas deficiente em metionina e treonina (Mandarino et al., 2019).

Mesmo que apresente várias qualidades, a soja contém compostos que atuam como proteção natural da planta, e que limitam sua utilização *in natura* pelos animais. Esses compostos são denominados fatores antinutricionais e

podem interferir no aproveitamento das proteínas e dos demais nutrientes das dietas, além de desencadear efeitos fisiológicos não desejados, resultando em piora no desempenho zootécnico (Souza et al., 2019). Os fatores antinutricionais presentes na soja *in natura* são: inibidores de tripsina, inibidores de proteases, hemaglutininas, saponinas, alcaloides, taninos e glicosídeos, que afetam o sistema digestivo e prejudicam a absorção dos micronutrientes essenciais (Jorge, 2017).

Para evitar os efeitos negativos dos fatores antinutricionais da soja no metabolismo dos monogástricos, a soja passa por um tratamento térmico (desativação), uma vez que a maior parte dessas substâncias são termolábeis. Por meio desse processamento térmico dos grãos de soja, a proteína vegetal pode ser aproveitada pelos animais em decorrência da desativação das substâncias e pela ruptura da parede celular, que libera a proteína para o meio extracelular (Lima et al., 2014).

A soja desativada é obtida através do tratamento térmico dos grãos em reatores herméticos com temperatura e

pressão controladas, até que sejam desativadas as substâncias antinutricionais sem afetar sua composição química, resultando em uma matéria prima de alta qualidade e segura para as formulações da nutrição animal, principalmente para aves e suínos (Cooperalfa, [2022]).

O tratamento térmico que garante a destruição dos fatores antinutricionais na soja *in natura* deve ser realizado a uma temperatura entre 100 °C e 110 °C. No entanto, a temperatura não deve ser superior a 110°C, pois pode comprometer outros nutrientes do grão, como as proteínas, e também não pode ser abaixo dos 100°C, pois será ineficiente.

Para medir a efetividade do tratamento térmico no processamento do grão são realizadas algumas análises que avaliam a qualidade do processo e a presença dos fatores antinutricionais, como, por exemplo, de índice de atividade ureática. Assim, um farelo de soja oriundo de grãos de boa qualidade apresenta o índice de atividade ureática entre 0,05 a 0,25 unidades de pH. Outra análise realizada juntamente com a atividade ureática é a solubilidade em Hidróxido de potássio (KOH), que indica se os grãos foram submetidos a processamento térmico deficiente ou excessivo, sendo que um farelo de soja com tratamento térmico adequado deve apresentar a solubilidade em KOH entre 80% e 90% (Bellaver; Snizek Júnior, 1999).

Portanto, é um grande desafio para a indústria de processamento da soja manter um padrão de qualidade do pro-

duto final, principalmente quando uma série de equipamentos operam simultaneamente, o que pode afetar a disponibilidade uniforme de vapor; bem como ser influenciado pelas características da soja que tem diversas origens, chegando simultaneamente em uma unidade de recebimento de grãos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de um sistema composto por quatro reatores dentro de uma condição real de uma indústria de processamento térmico de soja em períodos e lotes diferentes de soja, permitindo assim uma melhor compreensão das características qualitativas de interesse da indústria de nutrição animal, dentro de um contexto prático e temporal. Por fim, o estudo também se propôs a estimar os perfis nutricionais para aves e suínos, auxiliando desta forma os profissionais envolvidos nos processos de suprimentos e formulação de rações.

## Material e métodos

Foram realizadas avaliações do processo de desativação de soja (SID) na unidade de processamento de soja da Cooperalfa de Chapecó/SC. Na agroindústria haviam quatro reatores aquecidos a vapor, que operavam com vácuo inicial (+/- 530 mmHg), pressão mínima de 0,85 bar com temperatura 110 °C, por 15 minutos. A amostragem foi realizada em um período de 45 dias, sendo coletadas em três momentos com intervalo de 15 dias entre cada amostragem. A soja avaliada correspondeu à

safra 2021/2022, cuja origem predominante foi do estado de Santa Catarina.

As amostragens foram realizadas em quatro reatores (reator 1, 2, 3 e 4) similares quanto à origem, que estavam presentes na agroindústria, para avaliação da qualidade da desativação do grão de soja em cada um deles.

As amostras foram analisadas pela empresa Evonik, através de tecnologia NIR (Near-Infrared Reflectance), e que fazem parte da solução AMINOTools, utilizando as ferramentas: AMINONIR® para a análise de aminoácidos essenciais e não essenciais nas principais; AMINOProx® para a análise de diversos parâmetros proximais (proteína bruta, fibra bruta, ADF, NDF, gordura bruta, amido, açúcar, cinza bruta e fósforo); AMINONRG® que estima o conteúdo energético por meio de equações de regressão selecionadas utilizando valores de análises proximais obtidos pelo AMINOProx®; AMINONIR® RED que avalia a condição de processamento ao qual o ingrediente foi submetido, indicando se a desativação foi eficiente e/ou se houve sub ou super processamento. Adicionalmente, foram realizadas análises da composição bromatológica (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, cinzas, fibra detergente neutro, açúcar, fitato), qualidade proteica (solubilidade em KOH, atividade inibidor tripsina, Lisina reativa, Lisina reativa total), energia, aminoácidos totais, aminoácidos digestíveis para aves e aminoáci-

dos digestíveis para suínos. As determinações de urease foram realizadas através da metodologia AOCS (2017).

Para prever o efeito dos diferentes reatores sobre os parâmetros de qualidade da soja desativada, os dados foram submetidos a ANOVA a 5% e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

## Resultados e discussão

Os resultados da avaliação do processamento térmico da soja dos diferentes reatores sobre a composição bromatológica são apresentados na Tabela 1. Observou-se que no reator 2 o produto apresentou maior matéria seca, diferindo do reator 1, e também apresentou maior teor de fibra bruta, diferindo dos reatores 3 e 4. Nas demais variáveis da composição não houve diferença entre os reatores. Estes resultados dos teores de fibra bruta podem ser em função da remoção da casca da soja, no qual o reator 2 pode estar removendo menor quantidade de casca, o que faz com que aumente a fibra bruta dos grãos, demonstrando diferença na eficiência de remoção dos reatores, sugerindo que este pode ser um ponto de melhoria do processo.

**Tabela 1.** Composição bromatológica, teor de açúcar e presença de fitatos da soja desativada em diferentes reatores na indústria de tratamento térmico.

Parâmetro	Reator 1	Reator 2	Reator 3	Reator 4	CV	Pr>f	R <sup>2</sup>	EPC
Matéria seca (%)	89,38 b	89,79 a	89,58 ab	89,60 ab	0,28	0,0122	0,99	0,27
Proteína bruta (%)	36,41	36,49	36,65	36,56	0,93	0,4970	0,99	0,35
Extrato etéreo (%)	22,93	23,04	23,09	23,18	1,05	0,2142	0,93	0,44
Fibra bruta (%)	4,73 ab	4,91 a	4,60 b	4,56 b	3,39	0,0002	0,84	0,41
Cinzas (%)	4,74	4,78	4,76	4,76	1,67	0,8406	0,87	0,13
FDN (%)	9,51	9,29	9,06	9,08	5,02	0,1495	0,88	1,35
Açúcar	7,59	7,58	7,59	7,71	1,74	0,1273	0,88	0,40
Fitato (mg/kg)	3.164,10	3.137,30	3.188,00	3.141,00	2,59	0,5350	0,87	279,73

CV- Coeficiente de variação (%), Pr>f- Nível de significância pela análise de variância a 5%. R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação da calibração do NIRS. EPC- Erro padrão da calibração do NIRS. Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Valores expressos na matéria natural.

O fitato é um dos componentes da soja que tem ação antinutricional e, assim, influencia na qualidade nutricional. A concentração de fitato nos grãos de soja varia entre 0,4% e 6,4%, sendo armazenado na forma de fosfato nas sementes de leguminosas. No presente estudo não houve efeito na quantificação de fitato dos produtos nos diferentes reatores.

Para monitorar a qualidade do processamento térmico da soja desativada, as análises de qualidade proteica são de extrema importância e indicam a adequação do processo na indústria. Dentre esses parâmetros está a solubilidade em KOH, que variou de 76% a 79% no presente estudo, sendo que a variação da solubilidade de 70% a 85% é descrita

como processamento ideal, e abaixo de 70% ou acima de 85% indicam que o processamento térmico foi inadequado (Mendes et al., 2004). Já Bellaver e Snizek Junior, (1999) recomendam como faixa ideal para solubilidade 80%-90%.

A solubilidade em KOH foi maior no reator 2, diferindo dos reatores 3 e 4 (Tabela 2), que apresentaram variação dentro dos parâmetros aceitáveis, indicando que o processamento térmico foi adequado para preservar a qualidade proteica do produto. A diferença sugere que o reator 4 apresenta uma eficiência diferenciada comparativamente aos demais, sugerindo que opera com temperatura mais elevada, possivelmente constituindo um ponto crítico a ser melhorado e monitorado.

**Tabela 2.** Qualidade proteica da soja desativada em diferentes reatores na indústria de tratamento térmico.

Parâmetro	Reator 1	Reator 2	Reator 3	Reator 4	CV	Pr>f	R <sup>2</sup>	EPC
Solubilidade em KOH	78,80 ab	79,68 a	77,78 bc	76,10 c	1,69	<0,0001	0,93	2,96
Atividade inibidor tripsina	3,37 b	3,80 b	3,16 b	2,11 a	23,53	0,0002	0,96	2,18
Lisina reativa (%)	2,01	2,03	2,02	2,01	1,42	0,5269	0,96	0,05
Lisina reativa/total (%)	91,51	91,40	91,47	91,42	0,39	0,9020	0,89	2,08

CV- Coeficiente de variação (%), Pr>f- Nível de significância pela análise de variância a 5%. R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação da calibração do NIRS. EPC- Erro padrão da calibração do NIRS. Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A análise de atividade de urease (ou atividade de inibidor de tripsina) indica a presença de fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina, sendo um bom indicador do processamento térmico de produtos de soja. Observou-se também que a atividade de inibidor de tripsina foi menor no reator 4, diferindo dos demais. O inibidor de tripsina é um fator antinutricional que afeta a digestibilidade da proteína. É termolábil, no entanto, o excesso de calor para sua inativação pode promover a perda de aminoácidos essenciais, como lisina, arginina e cisteína, além de promover o escurecimento dos subprodutos de soja, reduzindo o valor nutricional. Observou-se neste estudo que a atividade de inibidor de tripsina no produto processado foi menor no reator 4 (Tabela 2).

Os dados de solubilidade proteica indicam que o reator 4 oferece um maior grau de dano à proteína. Esta condição também pode estar repercutindo na estimativa da energia metabolizável da soja processada nesse reator.

Os dados da avaliação da energia da soja são apresentados na Tabela 3, não se observou diferença significativa dos reatores para energia bruta, energia digestível suínos, energia metabolizável suínos e energia metabolizável aparente aves.

Na Tabela 4 são apresentados os aminoácidos totais da soja desativada.

**Tabela 3.** Valores de energia bruta (EB), energia digestível para suínos (EDS), energia metabolizável para suínos (EMS), energia líquida (EL) e energia metabolizável aparente para aves (EMA) Energia da soja desativada em diferentes reatores na indústria de tratamento térmico.

Parâmetro	Reator 1	Reator 2	Reator 3	Reator 4	CV	Pr>f
EB (kcal/kg)	5.324	5.348	5.345	5.351	0,42	0,0702
EDS (kcal/kg)	4.537	4.566	4.571	4.575	0,69	0,0568
EMS (kcal/kg)	4.582	4.611	4.617	4.621	0,69	0,0567
EL (kcal/kg)	3.427 b	3.449 ab	3.456 ab	3.461 a	0,72	0,0385
EMA (kcal/kg)	3.528	3.541	3.549	3.553	0,59	0,0743

EB-energia bruta; EDS- energia digestível suínos; EMS- energia metabolizável suínos; EL- Energia líquida; EMA- Energia metabolizável aparente aves, valores expressos na base natural.

**Tabela 4.** Aminoácidos totais da soja desativada em diferentes reatores na indústria de tratamento térmico.

Parâmetro	Reator 1	Reator 2	Reator 3	Reator 4	CV	Pr>f	R <sup>2</sup>	EPC
Metionina (%)	0,49	0,49	0,49	0,49	1,03	0,1608	0,91	0,012
Cistina (%)	0,53	0,53	0,53	0,52	1,49	0,2498	0,85	0,02
Met+ cis (%)	1,01	1,01	1,02	1,01	1,26	0,5486	0,87	0,03
Lisina (%)	2,25	2,26	2,27	2,26	0,80	0,4697	0,97	0,03
Treonina (%)	1,43	1,44	1,44	1,44	0,86	0,2964	0,97	0,01
Triptofano (%)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,88	0,4328	0,94	0,009
Arginina (%)	2,62	2,62	2,63	2,62	0,98	0,7638	0,98	0,04
Isoleucina (%)	1,66	1,67	1,67	1,67	1,06	0,7075	0,98	0,02
Leucina (%)	2,75	2,76	2,77	2,76	1,03	0,6395	0,98	0,03
Valina (%)	1,72	1,73	1,73	1,73	0,92	0,6781	0,97	0,02
Histidina (%)	0,94	0,95	0,95	0,95	0,89	0,4401	0,96	0,01
Fenilalanina (%)	1,85	1,86	1,86	1,86	1,07	0,7651	0,97	0,03
Glicina (%)	1,53	1,53	1,54	1,54	0,84	0,4379	0,98	0,02
Serina (%)	1,83	1,83	1,84	1,84	0,97	0,6222	0,98	0,026
Prolina (%)	1,85	1,85	1,86	1,86	1,05	0,5051	0,95	0,04
Alanina (%)	1,55	1,56	1,56	1,56	0,82	0,3892	0,97	0,022
Asparagina (%)	4,15	4,17	4,18	4,18	1,06	0,5987	0,98	0,054
Glutamina (%)	6,51	6,53	6,55	6,54	1,11	0,5997	0,99	0,088

CV- Coeficiente de variação (%), Pr>f- Nível de significância pela análise de variância a 5%. R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação da calibração do NIRS. EPC- Erro padrão da calibração do NIRS. Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observa-se que não houve diferença na composição em aminoácidos do produto em função do processamento nos diferentes reatores. Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os aminoácidos

digestíveis da soja desativada para aves e para suínos, respectivamente. Observa-se que não houve diferença na composição do produto em função dos diferentes reatores.

**Tabela 5.** Composição em aminoácidos digestíveis (AA's) da soja para aves, processada em diferentes reatores.

AA's	Reator 1	Reator 2	Reator 3	Reator 4	CV	Prob	R <sup>2</sup>	EPC
Metionina (%)	0,40	0,41	0,41	0,41	1,04	0,1493	0,91	0,012
Cistina (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	1,47	0,2461	0,85	0,02
Met+ cis (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	1,26	0,5727	0,87	0,03
Lisina (%)	1,85	1,86	1,86	1,85	0,79	0,4603	0,97	0,03
Treonina (%)	1,09	1,09	1,10	1,10	0,86	0,3247	0,97	0,01
Triptofano (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,90	0,4719	0,94	0,009
Arginina (%)	2,20	2,20	2,21	2,20	0,99	0,7556	0,98	0,04
Isoleucina (%)	1,35	1,35	1,35	1,35	1,07	0,6965	0,98	0,02
Leucina (%)	2,20	2,21	2,21	2,21	1,03	0,6274	0,98	0,03
Valina (%)	1,36	1,36	1,37	1,37	0,92	0,6672	0,97	0,02
Histidina (%)	0,77	0,78	0,78	0,78	0,90	0,4430	0,96	0,01
Fenilalanina (%)	1,48	1,49	1,49	1,49	1,07	0,7580	0,97	0,03
Glicina (%)	1,11	1,12	1,12	1,12	0,84	0,4718	0,98	0,02
Serina (%)	1,50	1,50	1,51	1,51	0,98	0,6130	0,98	0,026
Prolina (%)	1,44	1,44	1,45	1,45	1,06	0,5243	0,95	0,04
Alanina (%)	1,20	1,20	1,20	1,20	0,82	0,3752	0,97	0,022
Asparagina (%)	3,24	3,25	3,26	3,26	1,07	0,5990	0,98	0,054
Glutamina (%)	5,47	5,49	5,50	5,49	1,11	0,6057	0,99	0,088

CV- Coeficiente de variação (%), Prob- Nível de significância pela análise de variância a 5%. R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação da calibração do NIRS. EPC- Erro padrão da calibração do NIRS. Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**Tabela 6.** Composição em aminoácidos digestíveis (AA's) para suínos da soja desativada em diferentes reatores na indústria de tratamento térmico.

AA's	Reator 1	Reator 2	Reator 3	Reator 4	CV	Prob	R <sup>2</sup>	EPC
Metionina (%)	0,414	0,415	0,418	0,418	1,03	0,2017	0,91	0,012
Cistina (%)	0,410	0,413	0,414	0,409	1,51	0,2149	0,85	0,02
Met+ cis (%)	0,826	0,828	0,832	0,826	1,25	0,5410	0,87	0,03
Lisina (%)	1,916	1,925	1,927	1,920	0,80	0,4726	0,97	0,03
Treonina (%)	1,104	1,107	1,111	1,112	0,86	0,2998	0,97	0,01
Triptofano (%)	0,427	0,429	0,430	0,428	0,90	0,4675	0,94	0,009
Arginina (%)	2,356	2,361	2,366	2,355	0,98	0,7565	0,98	0,04
Isoleucina (%)	1,362	1,366	1,370	1,368	1,07	0,7211	0,98	0,02
Leucina (%)	2,256	2,261	2,269	2,266	1,03	0,6361	0,98	0,03
Valina (%)	1,394	1,398	1,401	1,400	0,92	0,6630	0,97	0,02
Histidina (%)	0,801	0,804	0,807	0,805	0,90	0,4536	0,96	0,01
Fenilalanina (%)	1,538	1,542	1,546	1,544	1,07	0,7820	0,97	0,03

CV- Coeficiente de variação (%), Prob- Nível de significância pela análise de variância a 5%. R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação da calibração do NIRS. EPC- Erro padrão da calibração do NIRS. Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A indústria de processamento da soja tem como foco a obtenção de um produto homogêneo, com índice residual mínimo de fatores antinutricionais e ótima qualidade proteica. No entanto, os processos de desativação podem ser diferentes em função das variáveis aplicadas, como: tempo, temperatura, pressão, umidade, superfície exposta, tamanho da partícula, tipo de energia utilizada em diferentes equipamentos e tecnologias empregadas. Contudo, são similares em relação à utilização do calor para a inativação dos inibidores de tripsina.

Os resultados sugerem que existem discretas diferenças entre os parâmetros operacionais de cada reator (solubilidade em KOH), bem como na etapa de remoção da casca da soja (fibra bruta). Com base nessa informação, é possível recomendar 2 PCP's (Pontos críticos do processo), que seriam aferição da pressão e temperatura de cada reator e remoção da casca de soja em cada linha de processo.

## Considerações finais

- 1) É um grande desafio para a indústria de processamento da soja manter o padrão de qualidade do produto final, principalmente quando uma série de equipamentos operam simultaneamente, bem como pelas características da soja, que vem de diversas origens, sendo processada simultaneamente em uma unidade de recebimento de grãos.
- 2) A indústria de processamento da soja tem como foco a obtenção de um produto homogêneo, com índice residual mínimo de fatores antinutricionais e ótima qualidade proteica. Os processos de desativação são diferentes em função das variáveis aplicadas como: tempo, temperatura, pressão, umidade, superfície exposta, tamanho da partícula, tipo de energia utilizada e diferentes equipamentos e tecnologias empregadas. No entanto, equiparam-se em relação à utilização do calor para a inativação dos inibidores de tripsina.
- 3) O tratamento térmico da soja processada em condições reais de indústria, com quatro diferentes reatores, foi apropriado para o processamento, pois proporcionou adequada solubilidade proteica e redução da atividade de urease, indicando inativação do inibidor de tripsina, sem afetar a qualidade da proteína.
- 4) Não foi observada diferença na eficiência do tratamento térmico em função de lotes de soja processados em momentos distintos, assim como todos os reatores apresentaram a mesma performance.
- 5) Os resultados obtidos permitem afirmar que a soja integral desativada é uma opção segura e eficiente para inclusão na dieta de suínos e aves, como fonte de proteína e energia.

## Agradecimento

Agradecimento a Evonik Brasil pelo apoio na execução de análises de composição nutricional de soja através de sua plataforma AMINONIR®.

## Referências

APROSOJA Brasil. **Acompanhamento da safra de soja**. Brasília, DF, 2019. (Boletim, 12). Disponível em: [https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/01/BOLETIM.12.APROSOJA\\_2019.pdf](https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/01/BOLETIM.12.APROSOJA_2019.pdf). Acesso em: 24 out. 2022.

AOCS. Official methods and recommended practices of the AOCS. Método Ba 9-58. 7. ed. 2017.

BELLAVER, C. SNIZEK JUNIOR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR. **Anais...** Londrina : Embrapa Soja, 1999. p.183-199 (Embrapa Soja. Documentos, 124).

COOPERALFA. **Soja desativada**: alta qualidade na nutrição de monogástricos. Chapecó, [2022]. Disponível em: <https://www.cooperalfa.com.br/soja-desativada>. Acesso em: 17 maio 2022.

JORGE, L. **Nutri&Aves**: eficiência no processamento da soja in natura: Importância do teste qualitativo de uréase (teste rápido). Rio Claro, SP: Agroceres, 16 nov. 2017. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/soja-urease/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LIMA, C. B.; COSTA, F. G. P.; LUDKE, J. V.; LIMA JÚNIOR, D. M. de; MARIZ, T. B. de A.; PEREIRA, A. A.; SILVA, G. M. de; ALMEIDA, A. C. A. de. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para a alimentação animal. **Agropecuária Científica no Semiárido - ACSA**, v. 10, n. 4, p. 24-33, 2014.

LOPES, K. S. **Avaliação da etapa de clarificação do óleo de soja através de planejamento composto central e investigação do potencial de melhoria energética no processamento da soja**. 2008. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Térmicos e Químicos) - Curso de Pós-Graduação em Engenharias (PIPE), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A. de; BENASSI, V. de T.; LEITE, R. S. Características físico-químicas dos grãos: teor de proteína, teor de óleo, acidez do óleo e teor de clorofila. In: LORINI, I. (ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2017/18**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. p. 157-176. (Embrapa Soja. Documentos, 422).

MENDES, W. S.; SILVA, I. J.; FONTES, D. O.; RODRIGUEZ, N. M.; MARINHO, P. C.; SILVA, F. O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.

SOUZA, C. G.; MOURA, A. K. B.; SILVA, J. N. P.; SOARES, K. O.; SILVA, J. V. C.; VASCONCELOS, P. C. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **PUBVET**, v. 13, n. 5, p. 1-19. 2019.

## Literatura recomendada

BELLAVER, C.; COTREFAL, G.; GRECCO, M. Soja integral: processamento e uso. **Alimento Animal**, v. 7, p. 28-30, 2002.

EVONIK. AMINOTools da Evonik otimizam resultados produtivos com uso da tecnologia NIR. **Nutrition & Care**, São Paulo, SP, Jun 7 2019. Disponível em: <https://central-south-america.evonik.com/pt/aminotools-da-evonik-otimizam-resultados-produtivos-com-uso-da-tecnologia-nir-113597.html>. Acesso em: 23 jan. 2023.

SNYDER, H. E.; KWON, T. W. **Soybean Utilization**. New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc, 1987.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

Rodovia BR 153 - Km 110  
Caixa Postal 321  
89.715-899, Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**1ª edição**

Versão eletrônica (2022)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Suínos e Aves**

**Presidente**

*Franco Muller Martins*

*Secretária-Executiva*

*Tânia Maria Biavatti Celant*

**Membros**

*Clarissa Silveira Luiz Vaz, Cláudia Antunes  
Arrieche, Gerson Neudi Scheuermann, Jane de  
Oliveira Peixoto, Rodrigo da Silveira Nicoloso e*

*Sara Pimentel*

**Suplentes**

*Estela de Oliveira Nunes*

*Fernando de Castro Tavernari*

*Supervisão editorial*

*Tânia Maria Biavatti Celant*

*Revisão técnica*

*Gerson Neudi Scheuermann*

*Helenice Mazzuco*

*Revisão de texto*

*Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza*

*Normalização bibliográfica*

*Claudia Antunes Arrieche*

*Projeto gráfico da coleção*

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

*Editoração eletrônica*

*Vivian Fracasso*