

Data: Setembro/2005

**INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS**  
**ECONOMIA E SEGURANÇA**  
**PARTE 1.**

**1. Introdução.**

Milho e farelo de soja são os principais ingredientes utilizados na formulação de rações para monogástricos em todo o mundo, sendo que as dietas a base destes ingredientes são o padrão pelo qual são comparadas outras dietas e matérias-primas. As fontes alternativas de alimentos devem ser utilizadas em substituição aos alimentos padrões quando seu custo for economicamente viável em relação às fontes tradicionais. Provavelmente, nenhuma outra fonte de proteína foi tão amplamente pesquisada como o farelo de soja. Investigadores têm testado a substituição do farelo de soja por fontes protéicas alternativas em rações para monogástricos. Os resultados destes estudos só confirmam o papel dominante do farelo de soja e provam que a substituição apenas justifica-se quando o custo favorecer a fonte alternativa de proteína.

Por outro lado, o crescimento na produção agropecuária resulta em grandes volumes de subprodutos, os quais, em sua maioria, são processados para a obtenção de subprodutos de origem animal e vegetal não utilizados na alimentação humana. Para evitar a contaminação ambiental que estes subprodutos causariam se fossem depositados em aterros sanitários ou queimados, desenvolveram-se tecnologias para permitir seu uso como ingredientes na formulação de dietas, principalmente para aves e suínos.

De um modo geral, devido ao alto valor biológico de suas proteínas, os produtos de origem animal se impuseram como matéria prima indispensável no preparo de rações, pois apresentam teores expressivos de proteína, gordura, minerais, fonte de aminoácidos e vitamina B12. Contudo, a farta disponibilidade de farelo de soja, a comercialização de aminoácidos industrializados e vitaminas e a grande variação na qualidade das farinhas oferecidas ao mercado são fatores que limitam o uso de tais ingredientes.

Além da variação da qualidade dos produtos de origem animal, problemas mais sérios surgiram como a BSE (encefalopatia espongiforme bovina), conhecida como doença da vaca louca, que é ainda uma enfermidade invariavelmente fatal, pois não é passível de tratamento. A doença de Creutzfeldt-Jakob (CJD) também é um tipo de encefalopatia espongiforme transmissível que ocorre em seres humanos. A BSE é a forma da doença que ataca o gado. Quando a BSE é transmitida ao homem (pelo consumo de carne contaminada), adquire as características da CJD, ou seja, infecção generalizada no cérebro decorrente da multiplicação da infecção em outras partes do organismo. Não se sabe claramente como a doença se desenvolve.

Devido à ocorrência desta doença, vários países, incluindo o Brasil e principalmente a Comunidade Européia, elaboraram severas leis no tocante a utilização de produtos de origem animal na alimentação de ruminantes e monogástricos, aumentando assim o uso de dietas vegetais. Contudo, segundo Pearl (2002), atualmente não há nenhuma razão científica que ateste que os ingredientes protéicos de origem animal não são ingredientes seguros para a nutrição de monogástricos.

## **2. Alimentos alternativos de origem vegetal**

### **2.1. Arroz**

#### **Descrição geral e composição química**

O arroz é produzido mundialmente para ser consumido como alimento para o ser humano. Entretanto, em áreas de grande produção desse cereal, no período de safra ou quando o produto não estiver dentro das especificações para o consumo humano, o arroz pode ser utilizado na alimentação animal. De todo arroz produzido mundialmente cerca de 20% representa farelos e quireras destinados à alimentação animal. No Brasil, o arroz é cultivado em todos os estados, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor.

De uma maneira geral, a quirera de arroz, é um ingrediente que pode ser utilizado satisfatoriamente para suínos. O conteúdo protéico varia de 6,5 a 8,5% e a sua energia está ao redor de 2.700 kcal de energia metabolizável/kg (Butolo, 2002). Contudo, o que mais se utiliza do arroz na alimentação animal são os seus subprodutos, removidos mecanicamente durante o processo de preparação para consumo humano. O farelo de arroz desengordurado (FAD) é o produto resultante da extração do óleo do arroz, que segundo Butolo (2002) possui teor de proteína ao redor de 16% e energia metabolizável para as aves em torno de 1.850 kcal/kg.

De acordo com Luchesi & Justino (2003), o farelo de arroz integral (FAI) é o produto originado do polimento realizado no beneficiamento do grão de arroz sem casca e que não sofre extração de óleo. Consiste de pericarpo, estando presentes gérmen, fragmentos de arroz (quirera fina) e pequenas quantidades de casca. Butolo (2002) ressalta que entre suas características principais está o alto nível de óleo (12 a 15%), porém, segundo este autor, esse é um dos pontos críticos desse ingrediente, pois esse subproduto é muito susceptível a rancidez oxidativa, devendo ser utilizado logo após o processamento. Desde que tratado quimicamente através do uso de antioxidantes esse ingrediente pode ser estocado por um período maior, reduzindo assim as chances de oxidação e desenvolvimento de ácidos graxos livres.

O nível protéico está ao redor de 11 a 12% e a energia metabolizável em torno de 2.750 kcal/kg. Lemos & Soares (1999), relatam que o FAI pode conter cerca de 20 a 25% da proteína, 80% do óleo, 70% dos minerais e vitaminas e até 10% do amido de todo o grão de arroz.

Outro subproduto do arroz disponível em grandes quantidades é a casca que cobre o grão de arroz, que é o primeiro subproduto a ser separado do grão inteiro. Este resíduo apresenta baixo valor nutricional. A lignina é o maior componente da casca de arroz e em contato com o reagente floroglucinol, produz uma reação colorida (vermelha), proporcional ao conteúdo da casca, podendo dessa forma ser utilizada no controle da quantidade de casca adicionada aos subprodutos.

O FAD possui teores de energia metabolizável menores que o FAI, enquanto seu teor de proteína e de aminoácidos é superior, ocasionado pelo aumento da concentração dos nutrientes após a extração do óleo. A fibra bruta, o fósforo disponível e o cálcio são semelhantes entre o FAD e o FAI. As diferenças encontradas na composição química do FAD e do FAI podem ser verificadas na

Tabela 2.

Na Tabela 1, estão descritas as especificações orientativas de qualidade de vários subprodutos de arroz assim descritos: 1- Farelo integral de arroz (arroz gordo); 2- Farelo integral de arroz parbolizado (arroz gordo); 3- Farelo de arroz desengordurado; 4- Quirera de arroz; 5- Casca de arroz (moída).

Tabela 1. Especificações orientativas de qualidade

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Proteína bruta (Mn)	%	11,00	11,00	12,00	12,00	8,00
Umidade (Mx)	%	11,00	12,00	15,00	8,00	-
Extrato etéreo (Mn)	%	12,00	12,00	1,00	-	-
Fibra bruta (Mx)	%	13,00	13,00	12,00	1,00	44,00
Matéria mineral (Mx)	%	12,00	11,00	12,00	1,50	20,00
Cálcio (Mx)	%	0,25	0,30	0,10	-	-
Fósforo total	%	1,00	1,40	1,20	-	-
Fósforo disponível	%	0,18	0,20	0,19	-	-
Acidez (Mx)	mg NaOH/g	20,00	10,00	-	-	-
Aflotoxinas (Mx)	ppb	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Sementes de ervas daninhas não tóxicas (Mx)	%	-	-	-	5,00	-

Fonte: Butolo, (2002).

Mx = máximo Mn = mínimo

Tabela 2. Comparação entre os níveis nutricionais da quirera de arroz e dos farelos de arroz integral (FAI) e desengordurado (FAD) em relação ao milho para suínos.

Nutriente (%)	Rostagno et al. (2005)			
	Quirera	FAI	FAD	Milho
Matéria seca	88,04	89,30	89,60	87,11
<b>Proteína bruta (PB)</b>	8,47	13,24	15,50	8,26
<b>Coef. Dig. PB</b>	88,10	74,44	74,00	81,50
<b>PB digestível</b>	7,46	9,86	11,47	6,73
<b>Energia Dig. (kcal/kg)</b>	3595	3179	2531	3460
<b>Energia Met. (kcal/kg)</b>	3491	3111	2450	3340
<b>Gordura</b>	1,22	14,81	1,65	3,61
Ácido linoléico	0,35	2,37	0,49	1,83
<b>Fibra bruta</b>	0,55	7,88	10,86	1,73
Cálcio	0,04	0,11	0,10	0,03
Fósforo total	0,16	1,61	1,81	0,24
Fósforo disponível <sup>1</sup>	0,05	0,32	0,36	0,08
Potássio	0,19	1,40	1,59	0,28
Sódio	0,02	0,04	0,04	0,02
Cloro	0,04	0,06	0,07	0,05
<b>Aminoácido Digestível Verdadeiro (%)</b>				
Lisina	0,25	0,46	0,50	0,19
Metionina	0,28*	0,19	0,23	0,15
Metionina + Cistina	0,21*	0,37	0,42	0,32
Triptofano	0,38*	0,11	0,13	0,06
Treonina	0,23	0,35	0,42	0,26
Arginina	0,56	0,86	0,97	0,36
Valina	0,39	0,52	0,60	0,35
Isoleucina	0,32	0,34	0,39	0,25
Leucina	0,64	0,71	0,81	0,94
Histidina	0,16	0,29	0,34	0,23
Fenilalanina	0,35	0,44	0,50	0,37
Fenilalanina+Tirosina	0,69	0,74	0,80	0,63

Adaptado: Rostagno et al. (2005).

<sup>1</sup>Valores estimados ou calculados.

\*Valores em aminoácido total.

## Fatores

## antinutricionais

O FAI apresenta como inconveniente a susceptibilidade a um rápido processo de rancificação (liberação de enzimas e ácidos graxos livres). Por isso é importante que o FAI seja utilizado rapidamente nas rações, ou então deve sofrer processamento adicional (peletização e extração do óleo), no sentido de se evitar a rancificação (Costa, 2001). Outro problema presente no farelo de arroz é o alto teor de fibra (cerca de 8 a 10% de fibra após o polimento do grão). Além disso, o baixo valor econômico do farelo de arroz faz com que alguns moinhos adicionem a casca retirada no processo inicial, aumentando ainda mais o teor de fibra (Costa, 2001), causando grandes variações em sua composição química (Lemos & Soares, 1999).

De acordo com Luchesi & Justino (2003), o farelo de arroz deteriora-se com facilidade e não deve ser armazenado por prazo superior a 15 dias, sendo que a análise de acidez indica o estado de conservação do ingrediente, sendo também necessário analisar o teor de fibras do lote e para verificação de excesso de casca no produto.

O alto teor de fibra bruta, associado com inibidores de tripsina, polissacarídeos não amiláceos e a grande quantidade de fitato no farelo de arroz certamente são fatores que reduzem seus valores de energia metabolizável, principalmente no FAD que possui pequena fração de extrato etéreo. Isto faz com que rações que demandam alta densidade energética, quando formuladas contendo farelo de arroz em sua composição geralmente necessitam da suplementação com óleo vegetal e/ou gordura animal para garantir a energia necessária para os animais apresentarem bom desempenho. Como já mencionado, o farelo de arroz também é rico em polissacarídeos não amiláceos, principalmente arabinose e xilose, que são constituintes estruturais de plantas, e causam aumento da viscosidade da digesta, reduzindo a digestibilidade e absorção de nutrientes, influenciando o desempenho de monogástricos (Farrel & Martin, 1998).

Cerca de 85 a 90% de todo o fósforo encontrado no farelo de arroz está na forma de ácido fítico, de modo que esse alimento possui baixa disponibilidade fósforo (cerca de 18%) e de minerais, que podem estar complexados com o fitato (Costa, 2001), este farelo também apresenta, de acordo com Lemos & Soares (1999), o fator antitripsina, que prejudica a digestão protéica dos alimentos, influenciando na digestibilidade dos nutrientes, podendo reduzir a desempenho dos monogástricos.

### **Níveis recomendados**

De acordo com Bertol et al. (1990), para suínos em crescimento e terminação, o FAI pode ser usado como substituto de parte ou todo milho e parte do farelo de soja. Já Nicolaiewsky et al. (1989) verificaram que o FAI quando limitado a 30 ou 40% da dieta, tem um valor alimentício semelhante ao do milho. No entanto, Campabadal et al (1976) revelaram redução no ganho de peso diário, a partir do nível de 35% de FAI na dieta, ao passo que Brooks & Lumanta (1975) observaram redução no desempenho a partir do nível de 50% na ração. Miyada et al. (1987) trabalhando com suínos em crescimento, não encontraram efeito sobre a conversão alimentar pela substituição do milho pelo FAI até o nível de 50%. Contudo, Ara et al. (1975) não encontraram efeito significativo sobre a conversão alimentar no período de terminação, pela inclusão de FAI na dieta; concordando com os resultados obtidos por Bertol et al. (1990).

Na Tabela 3 encontram-se as recomendações de Rostagno et al. (2005) sobre os níveis prático e máximo de inclusão do farelo de arroz integral, desengordurado e da quirera do arroz para suínos em diferentes fases.

Tabela 3. Nível Prático (Pr) e Máximo (Máx) de inclusão de farelo de arroz integral (FAI), desengordurado (FAD) e da quirera do arroz para suínos em crescimento e de reprodutores (porcentagem na ração):

Alimentos	Suínos em crescimento						Suínos em reprodução			
	Inicial		Crescimento		Terminação		Gestação		Lactação	
	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx
FAI	4	10	7	15	10	20	10	20	5	15
FAD	3	8	5	12	7	20	10	20	5	12
Quirera	30	30	40	40	40	40	40	40	40	40

Adaptado de Rostagno et al., 2005.

## 2.2. Milheto

### Descrição geral e composição química

O milheto é uma forrageira anual de verão, originária de zonas quentes, possui ciclo vegetativo curto, sendo de 60 a 90 dias para variedades precoces e de 100 a 150 dias para as variedades tardias; o que segundo Adeola et al. (1994), o habilita a ser produzido em intervalos entre colheitas de outras culturas. Andrews et al. (1986) concluíram que o milheto é um cereal que possui boa resistência à seca, sendo mais resistente que o milho e o sorgo, sendo uma alternativa para a produção de grãos tanto para alimentação humana como animal. Esta espécie tem seu ótimo de pluviosidade em 700 mm por ano, porém se desenvolve relativamente bem em áreas onde a precipitação pluviométrica se situa por volta de 350 mm anuais.

O milheto pode ser cultivado em solos arenosos, pobres em elementos nutritivos, mas, sua produtividade aumenta significativamente quando se faz uma adubação adequada e quando a irrigação suplementa a escassez hídrica. Os híbridos graníferos atuais possuem um potencial de produção em torno de 3.500 a 8.000 kg/hectare de grãos. Devido ao seu sistema radicular agressivo, o milheto descompacta o solo, promovendo também a reciclagem dos nutrientes nele contidos.

O teor protéico do milheto é superior ao milho e ao sorgo, apresentando um teor médio de proteína de 12% (Burton et al., 1972). Sullivan et al. (1990), observaram que o milheto apresenta de 25 a 45% de proteína a mais que o milho, bem como uma maior concentração de aminoácidos, destacando-se a lisina, metionina, triptofano e treonina. Resultados semelhantes foram encontrados por Adeola & Orban (1995), que obtiveram valores superiores para o milheto, em lisina, treonina e metionina.

Ainda quanto ao teor de proteína, Lawrence et al. (1995), observaram valores entre 11,5 e 12,5% (Pearl Millet), concordando com os trabalhos de Adeola et al. (1996) e Maliboungu et al. (1998). Contudo, Fancher et al. (1987) obtiveram valores de proteína bruta entre 14,8 e 15,5%.

De acordo com Burton et al. (1972), o milho apresenta quantidades de cálcio e fósforo similares às encontradas no arroz, milho, sorgo e trigo, sendo, porém, mais rico em ferro. O teor de cinzas do milho também foi mais alto, o que se deve em parte ao seu maior teor de sílica.

Na Tabela 4, estão descritas as especificações orientativas de qualidade do milho, de acordo com Butolo, 2002.

Tabela 4. Especificações orientativas de qualidade.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	
Umidade (Mx)	%	15,00
Proteína bruta (Mn)	%	11,00
Extrato etéreo (Mn)	%	3,50
Fibra bruta (Mx)	%	8,00
Matéria mineral (Mx)	%	3,50
Cálcio (Mx)	%	0,06
Fósforo (Mn)	%	0,28
Aflatoxinas (Mx)	ppb	20

Mx = máximo Mn = mínimo

Na Tabela 5 pode-se observar a comparação entre os níveis nutricionais do milho, sorgo alto tanino (AT) e sorgo baixo tanino (BT) em relação ao milho para suínos.

Tabela 5. Comparação entre os níveis nutricionais do milho, sorgo alto tanino (AT), sorgo baixo tanino (BT) em relação ao milho para suínos.

Nutriente (%)	Rostagno et al. (2005)			
	Milheto	Sorgo AT	Sorgo BT	Milho
Matéria seca	89,64	85,88	87,97	87,11
<b>Proteína bruta (PB)</b>	13,10	8,94	9,23	8,26
<b>Coef. Dig. PB</b>	74,01	73,30	81,00	81,50
<b>PB digestível</b>	9,70	6,55	7,48	6,73
<b>Energia Dig. (kcal/kg)</b>	2945	3081	3348	3460
<b>Energia Met. (kcal/kg)</b>	2872	2984	3289	3340
<b>Gordura</b>	4,22	2,35	3,00	3,61
Ácido linoléico	1,63	1,13	1,05	1,83
<b>Fibra bruta</b>	4,19	2,78	2,30	1,73
Cálcio	0,03	0,03	0,03	0,03
Fósforo total	0,25	0,26	0,26	0,24
Fósforo disponível <sup>1</sup>	0,08	0,09	0,09	0,08
Potássio	0,34	0,31	0,34	0,28
Sódio	0,01	0,01	0,02	0,02
Cloro	0,03	0,01	0,05	0,05
<b>Aminoácido Digestível Verdadeiro (%)</b>				
Lisina	0,31	0,14	0,16	0,19
Metionina	0,25	0,12	0,13	0,15
Metionina + Cistina	0,44	0,23	0,27	0,32
Triptofano	0,13	0,07	0,08	0,06
Treonina	0,39	0,23	0,25	0,26
Arginina	0,49	0,24	0,31	0,36
Valina	0,58	0,37	0,40	0,35
Isoleucina	0,59	0,30	0,32	0,25
Leucina	1,12	1,02	1,05	0,94
Histidina	0,28	0,17	0,17	0,23
Fenilalanina	0,54	0,42	0,45	0,37
Fenilalanina+Tirosina	0,78	0,80	0,85	0,63

Adaptado: Rostagno et al. (2005).

<sup>1</sup>Valores estimados ou calculados.

Sharma et al. (1979) verificaram que o extrato etéreo do milheto varia de 3,7 a 7,0%, valores estes maiores do que os encontrados no milho. De acordo com Sharma et al. (1979), o nível do extrato etéreo do milheto é de 4 a 7% mais alto do que o do milho. Segundo Burton et al. (1972), o óleo do milheto contém mais ácido graxo palmítico, esteárico e linolênico e menos ácido graxo oléico e linoléico do que o óleo do milho.



## **Níveis recomendados**

Lawrence et al. (1995) avaliaram o desempenho de leitões com 10 e 20kg de peso vivo alimentados com níveis de inclusão de milho (0; 25; 50; 75 e 100%) em substituição ao milho na dieta. A performance produtiva dos animais com 10 kg de peso vivo não foi afetada pela adição do milho considerando-se todo o período experimental (0 a 28 dias), no entanto, dos 14 aos 28 dias de experimento o nível que continha 25% de milho apresentou maior ganho de peso e consumo de ração. No experimento com suínos de 20 kg de peso corporal, não foram observadas diferenças significativas entre os parâmetros avaliados nos diferentes tratamentos. Sendo assim, os autores concluíram que o milho pode ser efetivamente utilizado como um bom substituto do milho nas rações para suínos sem comprometer o desenvolvimento corporal satisfatório destes animais.

Trabalhando com suínos de 20kg de peso vivo, sendo alguns animais alimentados com ração a base de milho e outros a base de milho, ambas formuladas para conterem as mesmas quantidades de aminoácidos digestíveis, Adeola et al. (1996), encontraram que os animais alimentados com milho atingiram o peso corporal de 50kg, em média dois dias após aqueles que receberam a dieta a base de milho. A explicação apresentada para este fato, segundo os autores é que a palatabilidade do milho é maior que a do milho, o que provocou um maior consumo de ração, porém, os autores salientam que a conversão alimentar não diferiu significativamente entre os tratamentos neste experimento.

De acordo com Bastos et al. (1999), a utilização do grão de milho na proporção de 0; 15; 30; 45 e 60% de inclusão na ração de suínos nas fases de crescimento e terminação, não influenciou no ganho diário de peso, consumo diário de ração e conversão alimentar em nenhuma das duas fases analisadas. Entretanto, os autores ressaltam que as rações não eram isoenergéticas, havendo um decréscimo linear de até 5% quando da adição de 60% de milho, decréscimo não acompanhado nas características analisadas.

Em dietas para suínos, inclusões de até 100% de milho não alteraram o desempenho produtivo dos animais, no entanto, alguns trabalhos indicam que animais alimentados com níveis acima de 75% de milho tendem a reduzir o consumo de ração e o ganho de peso, principalmente devido à palatabilidade do mesmo, embora não fossem detectadas diferenças estatísticas significativas.

Na Tabela 6 encontram-se as recomendações de Rostagno et al. (2005) sobre os níveis prático e máximo de inclusão do milho para suínos em diferentes fases.

Tabela 6. Nível Prático (Pr) e Máximo (Máx) de inclusão do milho para suínos em crescimento e de reprodutores (porcentagem na ração):

Alimentos	Suínos em crescimento						Suínos em reprodução			
	Inicial		Crescimento		Terminação		Gestação		Lactação	
	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx
Milho	20	40	30	50	40	60	40	60	30	50

Adaptado de Rostagno et al., 2005.

### 2.3. Sorgo -Descrição geral e composição química

O cultivo de sorgo representa a quinta maior área plantada no mundo, ficando apenas atrás do trigo, arroz, milho e cevada. O sorgo é um cereal com alta adaptabilidade aos diversos tipos de solos e climas encontrados no Brasil, sendo mais tolerante a solos ácidos e com menor disponibilidade de água.

As características nutricionais do sorgo apresentam-se muito próximas às do milho, o que possibilita sua incorporação em rações de aves e suínos sem maiores problemas. Entretanto, o sorgo apresenta níveis de alguns aminoácidos inferiores ao milho, é pobre em pigmentantes, possui baixos níveis de ácido linoléico e, dependendo da variedade, altos teores de tanino.

Comparando a composição química entre o sorgo de baixo e alto tanino, observa-se que o sorgo de alto tanino possui valores menores de energia metabolizável em relação ao sorgo de baixo tanino (Tabela 5). Isto pode ser explicado pela influência negativa do tanino sobre o processo digestivo dos animais, que reduz as quantidades de nutrientes disponíveis para o trato gastrointestinal absorver, o que aumenta as perdas de minerais, vitaminas, lipídios e aminoácidos nas fezes. O teor de fibra bruta presente no sorgo pode também estar afetando os valores de energia deste alimento, pois quando comparado ao milho o seu teor de fibra é superior.

Os valores de proteína do sorgo são geralmente superiores ao milho, entretanto mesmo apresentando níveis mais altos de proteína, possui baixos teores de lisina, metionina, cistina e teores semelhantes aos demais aminoácidos. No sorgo, lisina e treonina são os primeiros aminoácidos limitantes (Cohen & Tanksley, 1976).

O teor de ácido linoléico e xantofilas presentes no sorgo mostram-se inferiores quando comparados ao milho. Embora algumas variedades de sorgo possuem uma certa quantidade de pigmentos no endosperma, sua concentração é pequena, tornando-se insignificantes para conferir pigmentação às aves e ovos comercializados. Sendo necessário suplementar nas rações pigmentantes, ácido linoléico, além de aminoácidos e óleo dependendo do nível de inclusão do sorgo na dieta.

Na Tabela 7, estão descritas as especificações orientativas de qualidade do sorgo, de acordo com Butolo, 2002.

Tabela 7. Especificações orientativas de qualidade.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	
Umidade (Mx)	%	13,00
Proteína bruta (Mn)	%	7,00
Extrato etéreo (Mn)	%	2,00
Fibra bruta (Mx)	%	3,00
Matéria mineral (Mx)	%	1,50
Tanino (Mx)	%	0,50* / 1,20
Aflatoxinas (Mx)	ppb	20

Mx = máximo Mn = mínimo

\*Recomendação Poli-Nutri para sorgo baixo tanino.

### **Fatores antinutricionais**

Os taninos são definidos como compostos fenólicos de alto peso molecular que contém grupos fenólicos com hidroxilas e outros grupos conjugados (grupos carboxílicos), que formam complexos com proteínas e outras macromoléculas (Horvath, 1981, citado por Nunes et al., 2001). Além de complexar com proteínas o tanino também se complexa com íons metálicos, carboidratos, inibe a atividade de várias enzimas digestivas e pode provocar erosões das células epiteliais (Nunes et al., 2001).

Embora não se conheçam os efeitos dos taninos sobre o crescimento e reprodução das plantas, sabe-se que ele evita o ataque de pássaros, e que possui alguma ação sobre a germinação da semente e evita a contaminação fúngica. A quantidade de tanino encontrado nos grãos é responsável pela denominação: sorgo de baixo ou alto tanino, os quais possuem valores nutricionais aproximadamente de 85 e 95% em relação ao milho, respectivamente (Butolo, 2002).

A suplementação das rações com metionina e óleo auxiliam na redução dos efeitos prejudiciais do sorgo sobre o desempenho dos animais. A metionina funciona como doadora de grupos metil, que se ligam ao tanino, inativando parte de seus efeitos deletérios. A gordura, por outro lado aumenta a energia da ração, melhorando também a digestibilidade dos nutrientes, evitando que o desempenho seja deprimido.

### **Níveis recomendados**

Fialho & Barbosa (1999) após revisarem uma série de trabalhos científicos com relação a utilização do sorgo em rações de suínos concluíram que o milho pode ser substituído completamente pelos sorgos de baixo tanino e cerca de 85% pelas variedades com alto tanino, não afetando o ganho de peso dos suínos nas fases de crescimento e terminação. Estes autores atribuíram aos sorgos de baixo e alto tanino os calores nutritivos de 95 e 85% em relação ao milho, respectivamente. Além disso, como o sorgo possui valor energético inferior ao milho, verifica-se que ocorre uma tendência de aumento de consumo de ração, e uma piora na conversão alimentar quando da substituição total do milho pelo sorgo em rações para suínos.

E finalizando, os autores anteriormente citados, relatam que em rações de mínimo custo é viável a substituição do milho pelo sorgo, quando o preço do sorgo for de 15 a 20% inferiores ao milho.

Philippe et al. (1992) e Ward & Southern (1995) observaram que dietas com teor de proteína bruta reduzida (10%) suplementadas com aminoácidos não promoveram máximo desempenho ou qualidade de carcaça para suínos em terminação quando comparados a animais que receberam uma dieta controle de sorgo-farelo de soja.

Na Tabela 8 encontram-se as recomendações de Rostagno et al. (2005) sobre os níveis prático e máximo de inclusão dos sorgos de alto (AT) e baixo tanino (BT) para suínos em diferentes fases.

Tabela 8. Nível Prático (Pr) e Máximo (Máx) de inclusão dos sorgos de alto (AT) e baixo tanino (BT) para suínos em crescimento e de reprodutores (porcentagem na ração):

Alimentos	Suínos em crescimento						Suínos em reprodução			
	Inicial		Crescimento		Terminação		Gestação		Lactação	
	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx
Sorgo AT	15	30	20	35	20	35	20	35	20	35
Sorgo BT	30	60	35	65	35	70	35	65	35	70

Adaptado de Rostagno et al., 2005.

## 2.4. Trigo

### Descrição geral e composição química

O trigo é uma gramínea de inverno muito importante pela sua tradição milenar de cultivo e consumo humano e pelo seu valor nutricional como alimento. Das espécies de trigo, três apresentam importância econômica, o trigo duro (*Triticum durum*), o trigo comum (*Triticum aestivum*) e o trigo compacto (*Triticum compactum*). As variedades de trigo duro são cultivadas normalmente em climas temperados que apresentam baixo índice pluviométrico. Esses grãos são pequenos e apresentam uma textura rígida com glúten duro ou moderadamente duro. O trigo mole é produzido em climas mais amenos e com maior incidência de chuva (Olentine, 1985).

Butolo (2002) relata que nos estados do Sul do país a plantação de trigo tem experimentado um grande desenvolvimento através da Embrapa, que tem lançado cultivares adaptados ao nosso clima e solo. A produção de trigo tem aumentado, mas não tem sido suficiente para atender a demanda. Em muitos países, o trigo é utilizado como uma das principais fontes de energia para monogástricos. No Brasil, o trigo integral somente é utilizado na alimentação animal, quando por ocasião de sua colheita e quando condições climáticas desfavoráveis tornam o produto desqualificado para produção de farinha.

Entre as variáveis que influenciam a utilização do trigo na alimentação animal estão o preço em comparação ao milho, o valor nutricional e classificação obtida. O grão integral normalmente é destinado ao consumo animal quando possui classificação inferior (Lima & Viola, 2001). O trigo e seus produtos podem ser caracterizados da seguinte forma, de acordo com Butolo, 2002.

1. Grão integral de trigo moído: consiste no grão do trigo moído.
  2. Farelo de trigo: é o produto obtido do processamento industrial do trigo.
  3. Farelo de gérmen de trigo: consiste do gérmen e outras pequenas partículas resultantes do processamento industrial do grão de trigo integral para obtenção da farinha de trigo para consumo humano.
  4. Remoído de trigo: é o produto obtido no processamento do grão de trigo, constituído de uma mistura de farelo, gérmen e farinha de trigo.
  5. Triguilho: são grãos pouco desenvolvidos, mal granados ou chochos, resultantes de lotes cujo peso específico é menor que o exigido para moagem, ou produto resultante da classificação do trigo após a eliminação de impurezas.
- Na Tabela 9 estão descritas as especificações orientativas de qualidade do trigo e alguns subprodutos, como descritos anteriormente:

Tabela 9. Especificações orientativas de qualidade:

Parâmetros	Unidade	1	2	3	4	5
Umidade (Mx)	%	14,00	13,50	13,50	13,50	13,00
Proteína bruta (Mn)	%	15,00	14,00	20,00	14,00	12,00
Extrato etéreo (Mn)	%	1,00	3,00	5,00	1,50	1,00
Fibra bruta (Mx)	%	4,00	11,00	5,00	5,00	6,00
Matéria mineral (Mx)	%	2,00	6,00	5,00	4,00	4,00
Aflatoxinas (Mx)	ppb	20	20	20	20	20

Mx = máximo Mn = mínimo

Fialho & Barbosa (1999) definem que o triguilho é o produto obtido da classificação do trigo, consistido de grãos fragmentados e chochos com pequena porcentagem de casca e impróprio para consumo humano. De acordo com dados da EMBRAPA 1991, o triguilho apresenta cerca de 15,0% de proteína bruta, 2,71% de fibra bruta, 1,37% de extrato etéreo, 4,23% de cinzas, 0,16% de cálcio, 0,40% de fósforo total e 0,30% de lisina.

A composição química do trigo é muito variada, principalmente a proteína bruta. Geralmente, o trigo apresenta teor de proteína bruta mais elevado quando comparado ao milho e teor de energia em torno de 10% inferior, sendo que se a qualidade do trigo for ruim esse menor valor de energia pode chegar de 15 a 25%.

O trigo é constituído por pentosanas (5 a 8%), amido, dextrinas, açúcares, celulosas e hemicelulosas, sendo que o amido representa 60% do grão e 70% do endosperma. Dados mundiais do valor de proteína bruta variam entre 6 e 22%, sendo mais freqüentes valores entre 13 e 14%.

O teor de lipídio varia de 1 a 2 %, sendo rico em ácidos graxos insaturados (50% ácido linoléico e 11% ácido oléico). Na Tabela 10 podemos observar baixos níveis de energia, o que pode ser explicado pela grande quantidade de fibra bruta e também pela presença de polissacarídeos não amiláceos (PNA), que interferem na digestão e absorção dos nutrientes. Possuindo valor de energia é inferior ao do milho, quando o farelo de trigo for incluído em rações de monogástricos em substituição ao milho, deve-se suplementar com maior adição de óleo para que o desempenho não seja afetado.

Por outro lado, o trigo grão e o trigoilhoso possuem teor de energia muito superior ao do farelo de trigo, mesmo que ainda continuem com energia inferior aquela observada para o milho. Isto pode ser devido ao teor de fibra presente no trigo grão (2,15) e no trigoilhoso (5,15) serem menores que do farelo de trigo (8,97 e 11%).

Em relação ao teor de proteína, o farelo de trigo apresenta níveis mais elevados em relação ao trigoilhoso e trigo grão, mas em comparação ao milho os três alimentos são superiores em proteína e aminoácidos totais. O trigo duro tende a apresentar teores de proteína bruta mais elevados, entre 11 e 14%, apresentando também maior quantidade de lisina em relação ao trigo mole que possui valores de proteína bruta entre 8 e 11%. Trigo é superior ao milho quanto a composição de aminoácidos. A lisina é o primeiro aminoácido limitante, seguido da treonina, valina e metionina (Cheeke, 1991, Pond et al., 1991)

Quanto ao teor de minerais (cálcio e fósforo disponível) observa-se que o farelo de trigo possui valores superiores ao do milho.

Tabela 10. Comparação entre os níveis nutricionais do trigo grão, farelo de trigo e trigoilhoso em relação ao milho para suínos.

Nutriente (%)	Rostagno et al. (2005)			
	Trigo grão	Farelo trigo	Triguilho	Milho
Matéria seca	87,77	88,00	88,17	87,11
<b>Proteína bruta (PB)</b>	11,49	15,52	13,61	8,26
<b>Coef. Dig. PB</b>	86,80	77,40	82,00	81,50
<b>PB digestível</b>	9,97	12,01	11,16	6,73
<b>Energia Dig. (kcal/kg)</b>	3351	2551	3141	3460
<b>Energia Met. (kcal/kg)</b>	3260	2442	3027	3340
<b>Gordura</b>	1,68	3,46	2,11	3,61
Ácido linoléico	0,68	1,54	0,79	1,83
<b>Fibra bruta</b>	2,37	9,66	6,55	1,73
Cálcio	0,05	0,14	0,12	0,03
Fósforo total	0,32	0,99	0,43	0,24
Fósforo disponível <sup>1</sup>	0,10	0,33	0,14	0,08
Potássio	0,40	1,03	0,43	0,28
Sódio	0,01	0,02	0,02	0,02
Cloro	0,07	0,06	-	0,05
<b>Aminoácido Digestível Verdadeiro (%)</b>				
Lisina	0,29	0,46	0,46*	0,19
Metionina	0,18	0,19	0,21*	0,15
Metionina + Cistina	0,44	0,46	0,50*	0,32
Triptofano	0,13	0,17	0,42*	0,06
Treonina	0,31	0,37	0,42*	0,26
Arginina	0,53	0,95	0,67*	0,36
Valina	0,47	0,55	0,60*	0,35
Isoleucina	0,40	0,39	0,48*	0,25
Leucina	0,78	0,76	0,89*	0,94
Histidina	0,27	0,36	0,32*	0,23
Fenilalanina	0,55	0,49	0,55*	0,37
Fenilalanina+Tirosina	0,82	0,78	0,89*	0,63

Adaptado: Rostagno et al. (2005).

<sup>1</sup>Valores estimados ou calculados.

\*Valores em aminoácido total.

### Fatores

### antinutricionais

Trigo possui aproximadamente 92% do valor nutricional do milho. Uma possível explicação para esse fato é a presença de pentosanas no trigo (Mavromichalis et al., 2000). As pentosanas, uma fração não amilácea de polissacarídeos constituída principalmente por arabinoxilanos, são consideradas as substâncias de maior valor antinutricional no trigo (Englyst et al., 1989). Segundo Choct & Anisson (1992), as pentosanas solúveis no trigo proporcionam efeito negativo sobre a digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídios nas dietas de monogástricos.



O farelo de trigo possui pentosanas, inibidores de tripsina e quimiotripsina. Os níveis encontrados no farelo de trigo destes fatores antinutricionais podem limitar sua inclusão nas rações de suínos, em substituição ao milho, uma vez que o desempenho dos animais pode ser prejudicado devido ao pior aproveitamento dos nutrientes das rações em função dos inibidores de proteases e das pentosanas.

De acordo com Gore et al. (2000), os principais fatores limitantes do uso de alimentos ricos em fibra para leitões desmamados seriam o consumo voluntário dos animais e a microbiota ainda não desenvolvida no intestino grosso. A fermentação microbiana é a principal rota de degradação dos polissacarídeos não amídicos no trato digestivo, e a utilização de produtos fibrosos pode ser assegurada pelo uso de enzimas que degradem estes nutrientes.

### **Níveis recomendados**

O tamanho das partículas do trigo tem efeito sobre o desempenho dos animais. Goihl (1988) verificou que suínos de cinco semanas consumiram significativamente mais de uma dieta contendo trigo grosseiramente moído em comparação à dietas contendo trigo finamente moído, quando os animais tinham livre acesso às ambas dietas. O ganho diário médio também foi maior nos animais alimentados com a dieta de trigo finamente moído.

Myer et al. (1996) conduziram dois ensaios em locais distintos comparando trigo com e sem suplementação de aminoácidos (lisina e treonina) e milho. Os animais alimentados com dietas contendo redução na inclusão de soja e suplementação de lisina e treonina não apresentaram ganhos de peso e eficiência alimentar diferentes dos animais consumindo dietas à base de trigo e soja. Os resultados indicam que a quantidade de farelo de soja pode ser substancialmente reduzida e possivelmente eliminada quando o trigo é utilizado como fonte de grão suplementado com lisina e treonina nas dietas de suínos em crescimento e terminação.

Lima et al. (2001) verificaram o efeito do nível e tipo de trigo na ração sobre o desempenho e composição de carcaça de suínos dos 25 kg ao abate. Os autores concluíram com base no período total do experimento (1 a 81 dias) que a utilização de dietas contendo trigo resultaram em desempenho dos suínos semelhantes as dietas a base de milho e farelo de soja. Contudo, com o uso de dietas com trigo com 0% de grãos germinados obteve-se melhores ganhos de peso em relação as dietas que continham 9% de grãos germinados. A substituição em até 33,33% do milho por trigo (com 0 ou 9% de grãos germinados) determinou melhor desempenho quanto a peso corporal, ganho de peso e qualidade da carcaça.

O trigoilho pode ser um alimento alternativo viável na alimentação de suínos nas diversas fases do ciclo de produção. Barbosa & Fialho (1990) determinaram com 30% o máximo de inclusão de trigoilho em rações para suínos dos 10 ao 50 kg de peso vivo. Barbosa et al. (1988) também determinaram como 30% o nível máximo de inclusão de trigoilho nas rações de suínos em crescimento e terminação.

Na Tabela 11 encontram-se as recomendações sobre os níveis prático e máximo de inclusão do trigo grão, farelo de trigo e trigoilho para suínos em diferentes fases.



Tabela 11. Nível Prático (Pr) e Máximo (Máx) da inclusão do trigo grão, farelo de trigo e trigoilho para suínos em crescimento e de reprodutores (porcentagem na ração):

Alimentos	Suínos em crescimento						Suínos em reprodução			
	Inicial		Crescimento		Terminação		Gestação		Lactação	
	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx
Trigo grão	10	25	20	35	20	35	20	35	20	35
Far. de trigo	2	5	5	12	8	15	15	35	5	15
Trigoilho	10	20	15	30	15	30	15	30	15	30

Adaptado de Rostagno et al., 2005.

## 2.5. Levedura desidratada de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) Descrição geral e composição química

As leveduras são as mais antigas fontes de proteínas unicelulares, consumida inconscientemente pelo homem através de produtos naturais, bebidas e alimentos elaborados por processos fermentativos ao longo dos tempos. Nas condições brasileiras, uma fonte em potencial de alimento alternativo para alimentação de suínos é a levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*), produzida nas destilarias de álcool de cana-de-açúcar.

Desmonts (1966) descreve que as leveduras utilizadas como concentrado protéico microbiano são classificadas como leveduras de recuperação, que constituem num subproduto das fermentações alcoólicas. Tais microrganismos sofrem uma interação com o ambiente, e sua qualidade está diretamente relacionada com o grau de tecnificação da usina produtora, além de fatores como qualidade da cana, moagem, tratamento do caldo, fermentação alcoólica e processamento (Butolo, 2001). Especificamente no processo de termólise, ao qual são submetidas as leveduras de recuperação das usinas de açúcar e álcool, o leite de levedura permanece cerca de 15 minutos a uma temperatura de 105°C (Guiraldini & Rossel, 1997).

A composição química da levedura seca é principalmente afetada pela espécie do levedo, composição do substrato e tecnologia usada na produção (Vananuvat, 1977), o que significa que cada tipo de levedura apresenta características nutricionais distintas. Além disso, outros fatores como temperatura de fermentação, a pós-fermentação, e métodos de lavagem e secagem do produto influenciam no valor nutricional das leveduras (Rheinboldt et al., 1987).

As leveduras usadas nos trabalhos de pesquisa com suínos publicados até meados dos anos 90 apresentavam nível protéico em torno de 30% e boa composição de aminoácidos (Berto, 1997). Contudo, devido aos avanços na tecnologia de produção hoje é possível encontrar no mercado levedura seca com níveis protéico e aminoácido semelhantes ou até mesmo superiores que o farelo de soja.

Na Tabela 12 encontram-se as recomendações orientativas de qualidade para as leveduras desidratadas de cana-de-açúcar, de acordo com Butolo, 2002.

Tabela 12. Especificações orientativas de qualidade.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	
Umidade (Mx)	%	8,00
Proteína bruta (Mn)	%	33,00
Extrato etéreo (Mn)	%	0,05
Fibra bruta (Mx)	%	1,50
Matéria mineral (Mx)	%	5,50
Cálcio (Mx)	%	0,35
Fósforo (Mn)	%	0,50
Bactérias totais	g	10.000
Salmonella	-	Ausente
E.coli	-	Ausente
Aflatoxinas (Mx)	ppb	20

Mx = máximo Mn = mínimo

Fonte: Butolo, 2002.

Pode ser observada na Tabela a seguir a comparação entre os níveis nutricionais da levedura desidratada de cana-de-açúcar (destilaria de álcool e resíduo de cervejaria) em relação ao farelo de soja para suínos.

Tabela 13. Comparação entre os níveis nutricionais da levedura desidratada de cana-de-açúcar (destilaria de álcool e resíduo de cervejaria) em relação ao farelo de soja para suínos.

Nutriente (%)	Rostagno et al. (2005)			
	Dest. álcool	Cerveja	F. Soja 45%	F. Soja 48%
Matéria seca	90,85	87,3	88,59	88,21
<b>Proteína bruta (PB)</b>	36,75	42,60	45,32	47,90
<b>Coef. Dig. PB</b>	75,12	79,00	90,00	91,00
<b>PB digestível</b>	27,61	33,65	40,79	43,59
<b>Energia Dig. (kcal/kg)</b>	3370	3474	3540	4250
<b>Energia Met. (kcal/kg)</b>	3164	3240	3253	4000
<b>Gordura</b>	0,48	2,30	1,66	1,40
Ácido linoléico	-	-	0,67	0,65
<b>Fibra bruta</b>	0,50	1,90	5,41	4,27
Cálcio	0,29	0,26	0,24	0,31
Fósforo total	0,82	0,78	0,53	0,65
Fósforo disponível <sup>1</sup>	0,27	0,26	0,18	0,21
Potássio	1,13	1,32	1,83	2,11
Sódio	0,20	0,19	0,02	0,02
Cloro	-	-	0,05	0,05
<b>Aminoácido Digestível Verdadeiro (%)</b>				
Lisina	2,55	3,03	2,53	2,66
Metionina	0,48	0,54	0,59	0,60
Met + Cis	0,66	0,77	1,16	1,23
Triptofano	0,39	0,40	0,55	0,57
Treonina	1,55	1,66	1,55	1,62
Arginina	1,50	1,85	3,19	3,31
Valina	1,69	1,73	1,92	2,04
Isoleucina	1,48	1,87	1,88	1,97
Leucina	2,21	2,45	3,19	3,26
Histidina	0,68	0,79	1,07	1,18
Fenilalanina	1,31	1,39	2,07	2,17
Fenilalanina+Tirosina	2,06	2,52	3,42	3,75

Adaptado: Rostagno et al. (2005).

<sup>1</sup>Valores estimados ou calculados.

De acordo com Spring (2000), as leveduras apresentam cerca de 20 a 35% de carboidratos, que na grande maioria fazem parte da parede celular, que é composta principalmente por glucanas e mananas, os quais parecem ter impacto no sistema imunológico e habilidade em prevenir a colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal. Segundo Butolo (2001), as leveduras termolizadas podem ser consideradas como boa fonte de aminoácidos, vitaminas do complexo B, minerais e nucleotídeos quando utilizadas nas dietas de monogástricos e ruminantes.

Alguns autores relatam que os nucleotídeos desempenham um papel fundamental no organismo animal e são constituintes obrigatórias de todas as células (Berto, 1997). Devresse (2000) afirma que os nucleotídeos dietéticos podem ter efeito no trato gastrointestinal aumentando o crescimento e a diferenciação das células, em resposta à injúria do trato gastrointestinal aumentando o crescimento e diferenciação das células, em resposta à injúria do trato intestinal, além de influência positiva na flora bacteriana de ratos, leitões e humanos infantes.

## Níveis recomendados

A inclusão de levedura seca, até o nível de 20% em rações iniciais isoprotéicas e isocalóricas, não afetou o consumo de ração e o ganho de peso, contudo, foi constatada melhora linear na conversão alimentar dos leitões (Miyada et al, 1988). Nunes (1988) e Landell Filho (1994) sugerem que a levedura seca não deve ser adicionada na ração inicial em nível superior a 10% sob o risco de comprometer o desempenho dos animais.

Para suínos em crescimento e terminação Moreira (1984) usando dietas com níveis protéico e energéticos semelhantes não encontrou diferenças no desempenho e características das carcaças de suínos alimentados com rações contendo 0, 5, 10 ou 15% de levedura seca. Resultados semelhantes foram obtidos com suínos na fase de crescimento (Moreira et al., 1998) ou crescimento-terminação (Citroni, 1995), que receberam rações contendo até 25% ou 10% de levedura seca, respectivamente. Níveis máximos em torno de 10% de inclusão de levedura seca nas rações de crescimento e terminação têm sido recomendados, pois acima deste nível ocorre redução no consumo, no ganho de peso na área de olho de lombo e piora na conversão alimentar dos animais (Landell Filho, 1993).

A redução do conteúdo energético da ração, a medida que a levedura seca substitui ingredientes como o farelo de soja e o milho, tem sido apontada como responsável pela elevação no consumo e piora na conversão alimentar de leitões (Miyada et al., 1992) e animais em fases de crescimento e terminação, bem como pela redução no peso corporal no peso corporal de porcas ao longo dos ciclos reprodutivos (Lima, 1983).

Berto (1985) determinou em 28% como o máximo de utilização de levedura de destilaria de álcool de cana-de-açúcar para suínos na recria, enquanto que outros autores estabeleceram níveis de 8 a 12% como os que proporcionaram os melhores resultados de performance desses animais, tanto no crescimento como na terminação (Miyada et al, 1992, Landell Filho, 1994). Moreira et al. (1998) verificaram que o nível de 7% de inclusão de levedura desidratada proporcionaram taxas de ganho de peso diário e conversão alimentar semelhantes aos valores obtidos com o tratamento que continha a dieta controle de milho e farelo de soja, para suínos em crescimento e terminação.

Na Tabela 14 encontram-se as recomendações de Rostagno et al. (2005) sobre os níveis prático e máximo de inclusão das leveduras de destilaria de álcool e de cervejaria para suínos em diferentes fases.

Tabela 14. Nível Prático (Pr) e Máximo (Máx) das leveduras de destilaria de álcool e de cervejaria para suínos em crescimento e de reprodutores (porcentagem na ração):

Alimentos	Suínos em crescimento						Suínos em reprodução			
	Inicial		Crescimento		Terminação		Gestação		Lactação	
	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx
Dest. álcool	2	6	3	8	4	12	3	10	4	10
Cervejaria	2	8	4	10	4	15	4	15	4	10

Adaptado de Rostagno et al., 2005.

**Luciano Moraes Sá**



**Polinutri**  
ALIMENTOS

Artigo Técnico

---