



Flocos de arroz com alto teor proteico

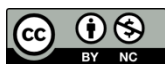
Fornece informações sobre extrusado de arroz com alto teor proteico proveniente de ervilhas ou do soro do leite (*whey protein*).

Agência USP de Inovação

Novembro/2017



Resposta Técnica	TAKARA, Natalie Nanae Flocos de arroz com alto teor proteico Agência USP de Inovação 1/11/2017 Fornece informações sobre extrusado de arroz com alto teor proteico proveniente de ervilhas ou do soro do leite (<i>whey protein</i>).
Demanda	Gostaria de informações sobre como produzir flocos de arroz com alto teor proteico proveniente de ervilhas ou do leite.
Assunto	Fabricação de produtos do arroz
Palavras-chave	Alimento; arroz; composição química; conformação mecânica; ervilha; extrusão; floco; formulação; hortaliça; legume; proteína; rosca de extrusão; soro de leite



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que criem obras não comerciais e sejam dados os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TECPAR

IEL FIEMG



FIERGS SENAI



SENAI



Solução apresentada

Introdução

A extrusão é um processo muito utilizado na indústria alimentícia para produção de *snacks* prontos para consumo. Durante esse processo, as matérias-primas são submetidas à ação da força de cisalhamento, a altas temperaturas e elevada pressão. A massa resultante é então forçada a passar através de uma matriz para ganhar forma e, devido à queda brusca de temperatura e pressão, ocorre uma mudança nas propriedades do material (DOBRAZCZYK *et al.*, 2006 *apud* PHILIPP *et al.*, 2017a; GUY, 2001 *apud* PHILIPP *et al.*, 2017a; HARPER, 1989 *apud* PHILIPP *et al.*, 2017a).

A aparência expandida e a textura crocante dos *snacks* extrusados é devido às matérias-primas ricas em amido. Como a maioria dos *snacks* compostos de amido apresentam baixo teor proteico, algumas empresas que buscam fornecer alimentos com elevado valor nutricional, adicionam proteínas para aumentar e melhorar o perfil dos aminoácidos presentes no *snack*. Entretanto, isso afeta a estrutura e a textura do produto final (BRENNAN *et al.*, 2013 *apud* PHILIPP *et al.*, 2017b; DAY; SWANSON, 2013 *apud* PHILIPP *et al.*, 2017b).

Um dos amidos mais utilizados na produção de *snacks* e cereais matinais é o amido de arroz, devido à sua coloração branca, sabor neutro, fácil digestão e tamanho pequeno dos seus grãos, o que permite uma boa expansão do produto final. Durante a extrusão, as proteínas se ligam ao amido, o que dificulta a expansão da massa e, conseqüentemente, diminui a qualidade da textura do produto extrusado. Esse efeito será mais expressivo quanto maior for a concentração de proteínas (DAY; SWANSON, 2013 *apud* PHILIPP *et al.*, 2017a).

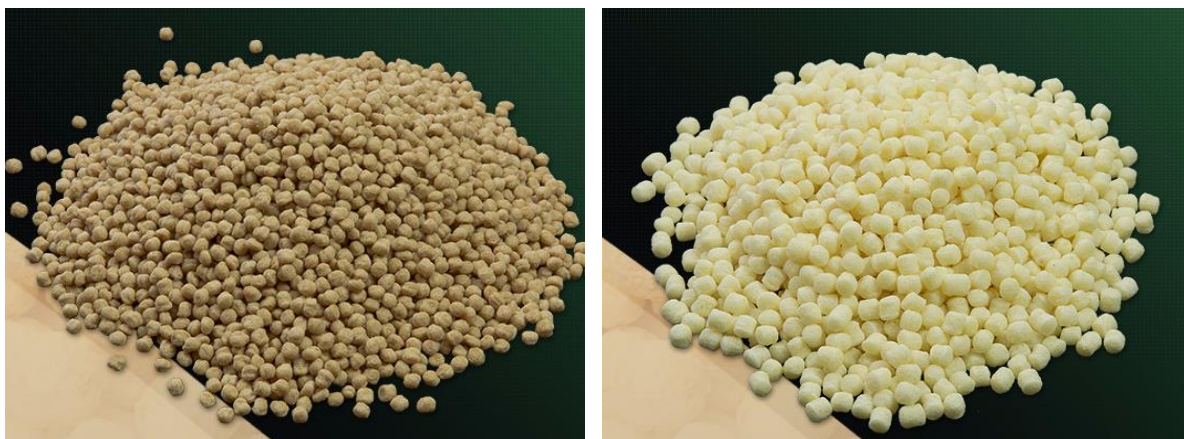


Figura 1 – (à esquerda) *Crisps* com 60% de proteína de ervilha. (à direita) *Crisps* com 50% de *whey protein*.

Fonte: (adaptado de ZUMBRO, [20--?]).

Extrusado com proteína da ervilha ou do soro de leite concentrado em pó

De acordo com José Luís Ramírez Ascheri (2017), pesquisador da Embrapa e especialista na área de processamento de cereais e extrusão de alimentos, o indicado para se trabalhar com matérias-primas em pó muito finas são extrusoras de duplo parafuso. Ele explica que o pó fino de ervilha e do soro de leite concentrado em pó podem ser expandidos ou semi-expandidos por extrusão, mas que a qualidade do produto final dependerá das condições utilizadas durante o processamento. Além disso, o teor de proteína dependerá da concentração proteica inicialmente presente na matéria-prima.

Para obter produtos extrusados com características sensoriais agradáveis ao consumidor final, Ascheri (2017) indica a mistura desses concentrados proteicos com amidos e/ou farinhas. O especialista ressalta, porém, que a formulação de *snacks* com alto teor proteico se trata mais de uma arte desenvolvida e mantida em segredo pelas empresas do que uma informação facilmente obtida em livros. Por isso, ele recomenda a realização de ensaios até obter o produto com as características desejadas.

Extrusado de farinha de arroz com proteína de ervilha

Em estudo realizado por Philipp *et al.* (2017b), foram avaliadas as concentrações de isolado de proteína de ervilha (IPE), assim como, as condições de extrusão que resultaram em um produto com melhores características sensoriais. Foram utilizadas farinha de arroz e IPE, cujas composições nutricionais encontram-se na tabela 1:

Tabela 1 – Composição nutricional das matérias-primas utilizadas por – 2017

	Farinha de Arroz	IPE
Carboidratos	88,5%	3%
Proteína	8%	81,5%
Lipídeo	1%	6%
Fibra Alimentar	1%	1%
Cinzas	1,5%	5%
Outras Fibras	-	3,5%

Fonte: (adaptado de PHILIPP *et al.*, 2017b)

Nesse estudo, foram avaliadas cinco formulações contendo diferentes proporções de farinha de arroz e IPE, de forma que foram obtidas concentrações de proteína que variaram entre 8% a 42%. Na tabela abaixo, encontra-se a proporção utilizada de farinha de arroz e IPE, assim como, o teor de umidade e de proteína presente em cada formulação. Esse teor de umidade é diferente do teor de umidade total mantido no cilindro durante a extrusão (PHILIPP *et al.*, 2017a).

Tabela 2 – Proporção entre farinha de arroz e IPE e teor de umidade e de proteína das matérias-primas utilizadas na extrusão – 2017

Formulação	Proporção entre farinha de arroz e IPE [% (m/m)] ^a	Teor de umidade [% (m/m)]	Teor de proteína [% em massa seca]
IPE 0%	100:0	12,7 ± 0,1	7,9 ± 0,0
IPE 2%	98:2	12,3 ± 0,1	9,8 ± 0,0
IPE 13%	87:13	11,7 ± 0,1	17,8 ± 0,1
IPE 23%	77:23	11,1 ± 0,2	26,8 ± 0,1
IPE 45%	55:45	10,3 ± 0,1	41,9 ± 0,1

Fonte: (adaptado de PHILIPP *et al.*, 2017b)

^a Porcentagem em massa.

Para extrusão das matérias-primas, Philipp *et al.* (2017b) utilizou uma extrusora rotativa de duplo parafuso com os parâmetros indicados a seguir:

- Diâmetro de 32 mm e razão entre comprimento do cilindro e o seu diâmetro (L/D) de 24;
- Temperatura de cada uma das seis zonas de aquecimento: 30/50/80/110/130/130 °C;
- Temperatura da matriz: 130 °C;
- Taxa de alimentação: 30 kg/h;
- Teor de umidade total do cilindro foi ajustado através de injeção de água à temperatura ambiente para: 19%, 21% ou 23%;
- Velocidade de rotação: 400 ou 600 rpm;
- Matriz com abertura única e circular com diâmetro de 2 mm;

- Produtos extrusados foram cortados em comprimento de 150 mm e secos em temperatura controlada a 40°C por 48 horas.

Considerando as diferentes composições e parâmetros de processamento, foram realizadas no total 10 extrusões diferentes. No quadro 1, encontram-se mais informações sobre cada extrusão: a proporção entre IPE e farinha de arroz, o teor de umidade mantido no cilindro e a velocidade de rotação do parafuso (PHILIPP *et al.*, 2017b).

Número da amostra	Proporção entre IPE e farinha de arroz [% (m/m)]	Condições do processo de extrusão		
		T ^a [°C]	Teor de umidade ^b [% (m/m)]	V ^c [rpm]
S1	0:100	130	21	600
S2	2:98	130	21	600
S7	13:87	130	21	400
S8	13:87	130	21	600
S9	13:87	130	23	600
S10	13:87	130	19	600
S3	23:77	130	21	600
S4	23:77	130	21	400
S5	45:55	130	21	400
S6	45:55	130	21	600

Quadro 1 – Concentração das matérias-primas e condições utilizadas na extrusão.

Fonte: (adaptado de PHILIPP *et al.*, 2017b)

^a Temperatura da matriz

^b Teor de umidade mantido no cilindro por injeção de água à temperatura ambiente.

^c Velocidade de rotação do parafuso.

Philipp *et al.* (2017b) confirmou nesse estudo que a concentração de IPE altera a textura e aparência do produto extrusado, além de influenciar na intensidade do sabor de ervilha. Mais especificamente, constatou-se que amostras com menor teor de IPE são mais quebradiças e claras, além de apresentarem superfície e formato mais uniformes. Enquanto que os produtos com alto teor de IPE mostraram-se mais escuros, com textura mais dura e crocante, além de superfície e formato menos homogêneos. Já o aumento na velocidade de rotação do parafuso para 600 rpm, especialmente para a formulação com alto teor de IPE (45%), resultou em um produto mais expandido em relação ao produto extrusado a 400 rpm. Na figura 2, é possível observar a aparência final de algumas das amostras:

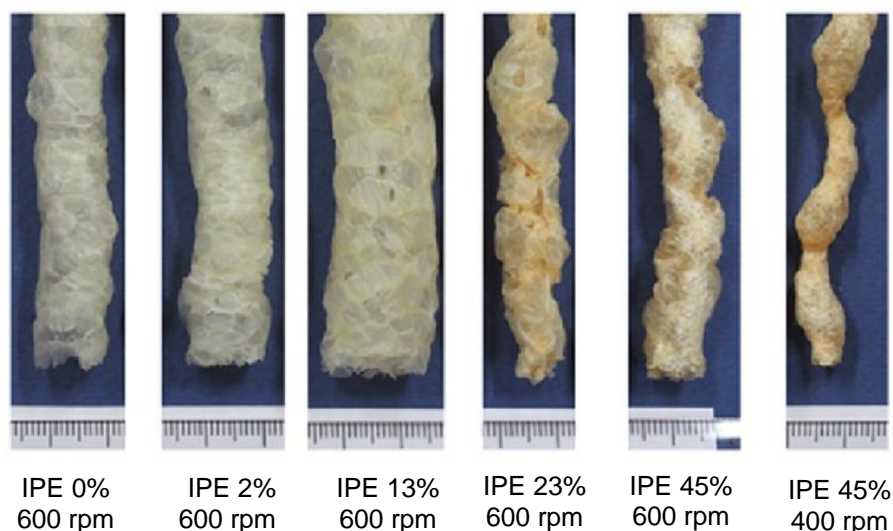


Figura 2 – Aparência dos produtos extrusados obtidos a partir de diferentes concentrações de IPE e velocidades de rotação.

Fonte: (adaptado de PHILIPP *et al.*, 2017b)

Extrusado de farinha de arroz com *whey protein*

Em estudo desenvolvido por Onwulata *et al.* (1998), foi realizada a extrusão de *whey protein* concentrado (WPC) com diferentes tipos de farinhas, dentre elas a de arroz, em uma extrusora de duplo parafuso, cujos parâmetros estão indicados a seguir:

- Temperatura das três últimas zonas de aquecimento: 100/110/125 °C;
- Matriz contendo duas aberturas circulares, cada uma com diâmetro de 3,18 mm;
- Velocidade de rotação: 300 rpm;
- Taxa de alimentação: 3,45 kg/h;
- Taxa de adição de água na terceira zona da extrusora, através de uma bomba dosadora eletromagnética: 1,02 l/h;
- Concentração de WPC: 25% e 50%.

Na tabela 3 encontra-se a composição nutricional dos ingredientes utilizados nesse estudo (ONWULATA *et al.*, 1998):

Tabela 3 – Composição nutricional da farinha de arroz e do WPC – 1998

	Farinha de arroz	<i>Whey protein</i> concentrado
Carboidrato	78,3%	60,0%
Proteína	8,5%	34,0%
Lipídeo	1,2%	3,0%
Umidade	12,0%	3,0%

Fonte: (adaptado de ONWULATA *et al.*, 1998).

Em relação ao produto padrão contendo somente farinha de arroz, a adição de WPC à formulação resultou em um extrusado com maior retenção de água e, conseqüentemente, maior tempo de secagem. Sabe-se que produtos extrusados com maior teor de água tendem a apresentar paredes mais grossas e duras e a expandir menos (ONWULATA *et al.*, 1998).

Texturização do WPC por extrusão

A fim de diminuir a retenção de água pelo WPC e, dessa forma, obter extrusados com maior capacidade de expansão, Onwulata *et al.* (2010) modificou o WPC através da sua texturização. Esse processo altera a estrutura da proteína presente nessa matéria-prima, tornando-a mais adequada para extrusão posterior com ingredientes ricos em carboidratos. A texturização pode ser realizada com o uso de reagentes químicos, calor ou força de cisalhamento, sendo utilizada uma extrusora nesse último caso (KIM; MAGA, 1987 *apud* ONWULATA *et al.*, 2010).

Onwulata *et al.* (2010) texturizou o WPC utilizando uma extrusora de duplo parafuso com os parâmetros descritos a seguir:

- Baixa força de cisalhamento com rotação de 300 rpm;
- Taxa de alimentação: 3,50 kg/h;
- Taxa de adição de água através de um dosador eletromagnético: 1, l/h a 6 l/h;
- Amostras foram coletadas após 25 min de processamento.

A composição nutricional do WPC utilizado nesse estudo está descrita na tabela 4 (ONWULATA *et al.*, 2010):

Tabela 4 – Composição do WPC utilizado no processo de texturização – 2010.

	WPC
Carboidrato	7,6%
Proteína	77,6%
Lipídeo	7%
Umidade	4,8%
Cinzas	3%

Fonte: (adaptado de ONWULATA *et al.*, 2010).

Esse estudo verificou que a solubilidade do WPC diminuiu de forma significativa após texturização por extrusão em altas temperaturas (75°C e 100°C) e umidade acima de 30%, o que indica eficiência da texturização. Além disso, confirmou que os níveis de proteínas que compõem o WPC continuam iguais, mesmo após a sua texturização por extrusão (ONWULATA *et al.*, 2010).

Conclusões e recomendações

Na presente Resposta Técnica foram apresentadas formulações de extrusado de farinha de arroz contendo proteínas provenientes de ervilhas ou do soro do leite, identificadas como IPE e WPC, respectivamente. No estudo desenvolvido por Philipp *et al.* (2017b), foi testada uma formulação contendo 42% de proteína proveniente do IPE, enquanto Onwulata *et al.* (1998) analisou extrusado com teor proteico de 17% empregando WPC. Nesse último trabalho, observou-se que quanto maior a concentração de proteínas, maior o teor de água absorvido pelo produto final e, conseqüentemente, menor a sua expansão. Como a capacidade de expansão é uma das características desejadas em produtos extrusados, Onwulata *et al.* (2010) realizou a texturização do WPC por extrusão para minimizar esse problema, obtendo bons resultados.

É importante ressaltar que as formulações descritas nesta Resposta Técnica devem ser consideradas como indicação orientadora sujeita a sucessivos testes e reformulações de acordo com as características desejadas do produto final. Para ajudá-lo nesse processo, recomenda-se a consulta a um engenheiro de alimentos, que poderá melhor auxiliá-lo no desenvolvimento da formulação e no ajuste dos parâmetros utilizados na extrusão.

A seguir, encontra-se uma lista de instituições que podem melhor orientá-lo nesse processo:

CONSULTORIA EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS – CONSEA JR.

Departamento de Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras
Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 – Centro
Lavras/MG
CEP: 37200-000

E-mail: <marketing.conseajr@hotmail.com>.

Site: <<http://www.conseajr.com.br/index.php/fale-conosco>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

CONSULTORIA EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS – QUALIMENTOS JR.

Av. Duque de Caxias, 225 – Centro
Pirassununga/SP
CEP: 13635-900
Tel.: (19) 3565-4101

Site: <<https://qualimentosjr.com.br/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

CONSULTORIA EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CETA JR.

Rod. BR 465, Km 7 – Zona Rural – Campus Universitário UFRRJ
Seropédica/RJ
CEP: 23897-000

E-mail: <contato@cetajr.com>.

Site: <<https://www.cetajrconsultoria.com/contatocetajr>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

EMPRESA JÚNIOR CONAQ

Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos Campus Universitário
CTC – UFSC

Florianópolis/SC

CEP: 88040-900

Tel.: (48) 3721-6361

E-mail: <eiconaq@gmail.com>.

Site: <<http://conaq.com.br/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

EMPRESA JÚNIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS UEM – EMPEA

Av. Colombo, 5790 – Bloco 05 – Sala 09 – Universidade Estadual de Maringá
Maringá/PR

CEP: 87020-900

Tel.: (44) 3011-4244

E-mail: <contato.empea@gmail.com>.

Site: <<http://www.empeaconsultoria.com.br/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

EMPRESA JÚNIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS UNESP – ENGEALI

R. Cristóvão Colombo, 2265 – Jd. Nazareth

São José do Rio Preto/SP

CEP: 15054-000

Tel.: (17) 3221-2541

E-mail: <contato@engeali.com.br>.

Site: <<http://engeali.com.br/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

GEPEA CONSULTORIA EM ALIMENTOS UNICAMP

R. Monteiro Lobato, 80 – Cidade Universitária

Campinas/SP

CEP: 13083-862

Tel.: (19) 3521-4098

E-mail: <gepea@gepea.com.br>.

Site: <<http://gepea.com.br/contato/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – ITAL

Av. Brasil, 2880 – Jardim Chapadão

Campinas/SP

CEP: 13070-178

Tel.: (19) 3743-1810

E-mail: <ital@ital.sp.gov.br>.

Site: <<http://www.ital.sp.gov.br/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

Além disso, é importante ressaltar que o fabricante que atue no ramo de processamento e fabricação de alimentos deve necessariamente adotar as Boas Práticas de Fabricação (BPF), que são um conjunto de medidas que visam garantir a qualidade sanitária dos produtos alimentícios. Para maiores informações, indica-se consulta ao seguinte portal da ANVISA:

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA

Site: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/alimentos/empresas/boas-praticas-de-fabricacao>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

Por fim, recomenda-se a leitura dos artigos científicos utilizados como referência na elaboração desta Resposta Técnica:

ONWULATA *et al.* Physical properties of extruded products as affected by cheese whey. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 63, n. 5, 1998. Disponível em:

<<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=33853&content=PDF>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

ONWULATA *et al.* Texturized dairy proteins. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 75, n. 2, p. E100–E109, 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01473.x/full>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

PHILIPP *et al.* Instrumental and sensory properties of pea protein-fortified extruded rice snacks. **Food Research International**, [S.l.], 21 set. 2017b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917306130>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

O SBRT não se responsabiliza pelos serviços a serem prestados pelas entidades/profissionais indicados. A responsabilidade pela escolha, o contato e a negociação caberão totalmente ao cliente, já que o SBRT apenas efetua indicações de fontes encontradas em provedores públicos de informação.

Fontes consultadas

ASCHERI, J. L. R. **Dúvida sobre extrusado com alto teor proteico** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <disqtec@usp.br> em 1 nov. 2017.

ONWULATA *et al.* Physical properties of extruded products as affected by cheese whey. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 63, n. 5, 1998. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=33853&content=PDF>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

ONWULATA *et al.* Texturized dairy proteins. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 75, n. 2, p. E100–E109, 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01473.x/full>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

PHILIPP *et al.* Impact of protein content on physical and microstructural properties of extruded rice starch-pea protein snacks. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v. 212, p. 165-173, nov. 2017a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877417302376?via%3Dihub>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

PHILIPP *et al.* Instrumental and sensory properties of pea protein-fortified extruded rice snacks. **Food Research International**, [S.l.], 21 set. 2017b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917306130>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

ZUMBRO River Brand. **Extrusion-z-crisps**. [S.l.], [20--?]. Disponível em: <<http://www.zumbroriverbrand.com/extrusion-z-crisps.html>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

Identificação do Especialista

José Luís Ramírez Ascheri – Doutor em tecnologia de Alimentos, Professor permanente do programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRRJ e Pesquisador da Embrapa, com ênfase na área de processamento de cereais e extrusão de alimentos na Planta de Tecnologia de Cereais.