

II CONBRACA

**II CONGRESSO BRASILEIRO ONLINE
DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**



**PESQUISAS E ATUALIZAÇÕES
EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**

**ORGANIZADORES:
JACKSON ANDSON DE MEDEIROS
CAROLINA MADAZIO NIRO**



AGRON FOOD
ACADEMY



Venda proibida



Open access



Revisado por pares

EDITOR CHEFE

Jackson Andson de Medeiros

CORPO EDITORIAL

Carolina Madazio Niro

Jackson Andson de Medeiros

Jaelyson Max Pereira de Medeiros

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros

Carolina Madazio Niro

CAPA

Carolina Madazio Niro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Pesquisas e atualizações em ciência dos alimentos
[livro eletrônico] / organizadores Jackson
Andson de Medeiros, Carolina Madazio Niro. --
Jardim do Seridó, RN : Agron Food Academy,
2022.
PDF

Vários autores.
ISBN 978-65-995396-5-7

1. Alimentos 2. Alimentos - Análise 3. Ciência de
alimentos 4. Culinária 5. Pesquisa 6. Tecnologia de
alimentos I. Medeiros, Jackson Andson de. II. Niro,
Carolina Madazio.

22-103598

CDD-641.5


Índices para catálogo sistemático:

1. Ciência dos alimentos 641.5

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Todas as opiniões e textos presentes neste livro são de inteira responsabilidade de seus autores e coautores.

Capítulo 63	560
PÃO DE COENTRO COM ADIÇÃO DE <i>SPIRULINA</i>: DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO FÍSICA E TECNOLÓGICA	
Rosângela Maria Oliveira Marinho ¹ ; Sheyla Maria Barreto Amaral ² ; Ana Paula Ferreira de Almeida ³ ; Felipe Sousa da Silva ⁴ ; Ysabele Yngrydh Valente Silva ⁵ ; Marlene Nunes Damaceno ⁶ ; Márcia Maria Leal de Medeiros ⁷	
Capítulo 64	571
A IMPORTÂNCIA DA ROTULAGEM PARA O PÚBLICO COM RESTRIÇÕES ALIMENTARES: REVISÃO	
Gabriella Gonçalves de Melo ¹ ; Fernanda Barbosa Borges Jardim ² ; Andreia Cristina Lourenço ³	
Capítulo 65	579
PRODUTOS ANÁLOGOS DE CARNE À BASE DE PLANTAS: UMA REVISÃO SOBRE TENDÊNCIAS DE MERCADO E CARACTERIZAÇÃO	
Gisele Marcondes Luz ¹ ; Augusto César Costa dos Santos ² ; Venancio Ferreira de Moraes Neto ³ ; Juliana Azevedo Lima Pallone ⁴	
Capítulo 66	590
UTILIZAÇÃO DA FARINHA DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DA MANGA VARIEDADE 'ESPADA' NA ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS	
Patrícia Maria de Araújo Gomes ¹ ; Dalmo Marcello de Brito Primo ² , Deise Souza de Castro ³	
Capítulo 67	598
PRODUÇÃO DE CERVEJAS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO	
Dhiuliene Martins Ferreira ¹ ; Vânia Silva Carvalho ²	
Capítulo 68	610
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ NO SETOR DE COSMÉTICOS: REVISÃO	
Giulia Martins Pereira Belo ¹ ; Laís Silva de Lima ² ; Jeniffer Ferreira de Miranda ³ ; Adriene Ribeiro Lima ⁴	
Capítulo 69	614
PRODUÇÃO DE LIPOSSOMAS ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO A TÉCNICA DE INJEÇÃO DE ETANOL	
Matheus da Silva Mourão ¹ ; Mariana Vilar Castro da Veiga de Mattos ² ; Mariano Michelin ³ ; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert ⁴	
Capítulo 70	620
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, NUTRICIONAIS E GASTRONÔMICAS DE ARROZES PIGMENTADOS: UMA REVISÃO	
Natasha Corrêa Guerra ¹ ; Luiz Beja Moreira ² ; Elga Batista da Silva ³	
Capítulo 71	631
PROPOSTA DE CATCHUP INOVADOR COM CAQUI (<i>Diospyros kaki</i> L.): DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO	
Julia Rabelo Vaz Matheus ¹ ; Lais Brotto ² ; Tatiane Schallitz ² ; Wagner Andrade Ferreira ² ; Genilton Alves ³ ; Ana Elizabeth Cavalcante Fai ³ ; Isabelle Santana ³	

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-70>

Capítulo 70

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, NUTRICIONAIS E GASTRONÔMICAS DE ARROZES PIGMENTADOS: UMA REVISÃO

Natasha Corrêa Guerra¹; Luiz Beja Moreira²; Elga Batista da Silva³

¹Estudante do Curso de Agronomia- Instituto de Agronomia (IA) – UFRRJ; E-mail: natashacg11@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Fitotecnia – IA – UFRRJ. E-mail: luizbejamoreira@gmail.com. ³Docente/pesquisadora do Depto de Economia Doméstica e Hotelaria – ICSA – UFRRJ; E-mail: elga.silva@hotmail.com.

RESUMO

Arrozés pigmentados (*Oryza sativa* L.) são produtos com características nutricionais e sensoriais desejáveis ao uso culinário. Por conta dessas propriedades vários estudos têm sido realizados nos anos recentes para pesquisar a aplicabilidade dessas matérias-primas, inclusive como ingredientes gastronômicos. Este trabalho abordou aspectos diversos sobre os arrozés pigmentados a partir de uma revisão de literatura. O levantamento bibliográfico foi feito em bases de dados utilizando artigos científicos e *sites* de entidades como Embrapa, CONAB e MAPA. A produção de arroz vermelho no Brasil concentra-se no estado da Paraíba, já o cultivo de arroz preto destaca-se no Vale do Paraíba. Esses arrozés pigmentados possuem coloração em seu pericarpo devido à presença de pigmentos (antocianinas e proantocianidinas), que apresentam propriedades antioxidantes que têm sido associadas a certos benefícios à saúde humana. Esses grãos estão presentes em cardápios de muitos estabelecimentos gastronômicos em função de sabor, valor nutricional e atributos sensoriais. Arrozés de pericarpo pigmentado usam o mesmo manejo cultural que os arrozés brancos comerciais, apresentando, no entanto, para as poucas cultivares melhoradas disponíveis, diferenças quanto ao sistema de cultivo. Além disso, os pigmentados possuem propriedades nutricionais superiores em relação aos arrozés brancos, devido ao alto teor de compostos fenólicos em seu pericarpo, principalmente o preto com suas altas concentrações de antocianinas em relação ao arroz vermelho, justificando a realização de mais pesquisas sobre essas culturas e seu uso na gastronomia.

Palavras-chave: alimentos funcionais; arroz preto; arroz vermelho

INTRODUÇÃO

Na atualidade há um interesse crescente por parte dos consumidores por produtos gastronômicos, especialmente aqueles elaborados a partir da inserção de matérias-primas

como os vegetais de cultivo agroecológico, sustentável, de produção local. Nesse contexto, citam-se os arrozes pigmentados (*Oryza sativa* L.) enquanto produtos que apresentam características de ordem sensorial e nutricional desejáveis ao desenvolvimento de novas fichas técnicas de preparações culinárias nas quais esses cereais podem ser inseridos como ingredientes estrela.

Estudos recentes têm apontado as propriedades nutricionais desses tipos de produto em relação aos demais arrozes convencionais, como o polido e o não pigmentado, dentre as quais se destacam, além do teor de proteínas, as fibras. Apesar da potencialidade desses cereais, são escassos os estudos comparativos quanto à composição química e também aos compostos bioativos do arroz pigmentado, sobretudo de genótipos produzidos ou comercializados no Brasil. Além disso, ainda há poucos estudos sobre a utilização dos grãos coloridos como ingrediente funcional, bem como na elaboração de produtos alimentícios.

Nesse contexto, o objetivo da presente revisão de literatura foi abordar aspectos diversos sobre os arrozes pigmentados a partir de uma revisão de literatura sobre o tema.

METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica realizada entre junho de 2020 e abril de 2021, que corresponde a um método de pesquisa no qual são utilizadas fontes de dados literários como livros e artigos científicos sobre um determinado tema.

O levantamento bibliográfico foi realizado através das seguintes bases de dados: *The Scientific Electronic Library Online*®, *Science Direct*® e Google Acadêmico®. Foram usados artigos científicos, teses, dissertações, monografias, livros, cartilhas, informações e dados quantitativos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves (em português e inglês): alimentos funcionais, arroz negro, arroz vermelho, flavonoides, pigmentos naturais. Os trabalhos selecionados foram preferencialmente publicados nos últimos cinco anos, mas considerando a necessidade de apresentar alguns fundamentos e conceitos básicos sobre os arrozes pigmentados, foram utilizadas algumas referências publicadas antes de 2016, visto que esses trabalhos apresentavam conteúdos que se mantêm inalterados.

DESENVOLVIMENTO

Características agronômicas

No Brasil, a produção de arroz vermelho é mais concentrada na Paraíba, nas regiões do Vale do Piancó e Vale do Rio do Peixe, onde é conhecido também por “arroz da terra” (1). Por outro lado, o cultivo de arroz preto destaca-se na região do Vale do Paraíba em São Paulo, onde há um aumento de investimentos na produção de diversos tipos de arrozes especiais, destinados à utilização na gastronomia (2).

Botanicamente, o arroz pigmentado é classificado da mesma forma que o arroz branco comercial, possuindo as mesmas características morfoagronômicas, bioquímicas e fisiológicas. Tradicionalmente é considerado planta daninha, devido a algumas

características agronômicas indesejáveis. Sua instalação nas lavouras e a capacidade competitiva com o arroz branco podem ser justificadas pela sua alta capacidade de produzir matéria seca, maior altura e ciclo biológico (3,4,5,6). Contudo, com o desenvolvimento de cultivares de arrozes coloridos melhoradas geneticamente, essas características tem sido modificadas, como a obtenção de menor estatura para resistir ao acamamento, menor ciclo biológico e resistência à *degrane* natural.

Segundo o trabalho de Jeng et al.(7) a mudança de coloração dos grãos de arroz branco para os pigmentados pode ocorrer por meio de mutação espontânea ou por mutação induzida quimicamente. Os genes responsáveis pela pigmentação são *Ra*, *Rc* e *Rd*. O gene *Ra* é responsável pela pigmentação roxa e considerada alelo dominante sobre a coloração branca. O gene *Rc* sem a presença do gene *Rd* induz a coloração marrom ao pericarpo e o gene *Rd* isoladamente não produz nenhuma pigmentação, somente cruzado com o gene *Rc* que induz a coloração vermelha no pericarpo do arroz.

Os arrozes especiais produzidos no Brasil ainda apresentam limitações devido aos problemas de produção e logística, baixa adaptabilidade das cultivares que são introduzidas no país e a baixa produtividade das mesmas. Entretanto, com os avanços do melhoramento genético, tem-se adquirido resultados significativos no que diz respeito ao potencial produtivo das cultivares, como a seleção de genótipos de porte mais baixo, elevada aptidão na emissão de afilhos, melhores respostas a adubação e folhas bandeiras mais eretas para o aumento da eficiência fotossintética (8). Sendo assim, algumas variedades de arrozes com pericarpos coloridos foram melhoradas geneticamente visando às melhorias em suas características agronômicas.

As cultivares BRS 902 e BRS 901 com grãos vermelhos, da Embrapa, foram originadas de um cruzamento simples das variedades de arrozes vermelhos da Paraíba, PB 01 (fêmea) e PB 05 (macho) objetivando a combinação da arquitetura da primeira planta tradicional rústica com a capacidade produtiva elevada de grãos da segunda planta. Em condições do semi-árido nordestino, o ciclo biológico da cultivar BRS 902 possui duração média de 116 dias contados a partir da emergência, e a cultivar BRS 901 possui o ciclo de 124 dias a partir da semeadura. Em termos de umidade do solo, é necessário que seja saturado e com uma lâmina d'água variando entre 5 cm a 20 cm (9, 10).

As cultivares SCS 119 RUBI e SCS 120 ÔNIX, com grãos vermelhos e negros, respectivamente, sofreram melhoramento na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). O arroz vermelho foi obtido pela seleção da linhagem de arroz vermelho SC 608 por apresentar características agronômicas e gastronômicas desejáveis, e a cultivar de arroz preto foi desenvolvida a partir do cruzamento entre os genótipos de pericarpo preto Riso Nero e Epagri 107. Ambas cultivares possuem o ciclo de 125 dias para maturação, com presença de folhas eretas. Expressam boa resistência ao acamamento, capacidade média de perfilhamento, baixa quebra de sementes, suscetibilidade moderada a toxicidade do ferro e a brusone(11).

A cultivar IAC 600 foi desenvolvida a partir de uma seleção massal efetuada em uma população da variedade chinesa Wang Xue Ren, no Instituto de Agronomia de Campinas (IAC). O arroz de pericarpo preto foi elaborado para se adaptar a condições de solo e clima do estado de São Paulo. Possui o ciclo de 100 a 110 dias de maturação (precoce), apresenta porte baixo, caracterizando-se pela sua resistência a doenças (brusone) e ao acamamento, grãos com qualidade e classificados com o tamanho médio, bom perfilhamento e pela adaptabilidade aos sistemas de cultivo em áreas de sequeiro e irrigadas (2).

A cultivar de arroz ENA AR 1601 é a mais recente cultivar registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo desenvolvida a partir de uma seleção massal em população heterogênea de arroz vermelho. A planta que possibilitou a origem da cultivar ENA AR 1601 foi coletada em uma lavoura de arroz branco no Campo Experimental do Setor de Grandes Culturas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A cultivar apresenta características desejáveis para o cultivo, como a resistência à *degrane* natural e ao acamamento, elevada capacidade de perfilhamento, porte baixo/médio, espiguetas sem presença de aristas e ausência de dormência de sementes depois de 30 dias da colheita. Seu ciclo biológico possui aproximadamente 120 dias, apresenta bom potencial produtivo e é recomendada para o cultivo no sistema de sequeiro irrigado na região sudeste do país (12).

Características nutricionais

Arroz pigmentados, principalmente o preto e o vermelho (figuras 1 e 2) têm recebido, nos anos recentes, maior atenção dos pesquisadores, bem como a preferência dos consumidores por suas propriedades nutricionais e funcionais (13, 14). O arroz vermelho apresenta principalmente compostos bioativos como os flavonoides, proantocianidinas, antocianinas e orizanol, que se acumulam na camada de revestimento do grão. Essas substâncias são antioxidantes naturais capazes de estabilizar os radicais livres, minimizando o estresse oxidativo e reduzindo o risco das ocorrências de vários tipos de câncer e doenças cardiovasculares (15, 16, 17).



Figura 1 - Arroz vermelho (*Oryza Sativa* L.) cultivar ENA AR1601 recém beneficiado no Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Fonte: Os autores (2019).



Figura 2 - Arroz preto (*Oriza sativa* L.) cultivar IAC 600.
Fonte: Foto cedida por Rafael Hydalgo Passeri Lima (2015).

Dentre estes compostos, as proantocianidinas são os pigmentos responsáveis pela coloração do pericarpo e classificados como taninos condensados. Quimicamente, os taninos condensados podem ser definidos como parte dos oligômeros ou polímeros de flavan-3-óis, como catequina e epicatequinas que podem variar de 134 a 500mg equivalentes de catequina/100g no arroz vermelho (18). De forma geral, os taninos condensados são compostos mais comuns na dieta humana do que os taninos hidrolisáveis, sendo mais ingeridos pelo consumidor ocidental (19).

Além da capacidade antioxidante, as proantocianoidinas também têm sido relacionadas à outras propriedades funcionais como a capacidade anti-hipertensiva e anti-

hiperglicêmica (20). Kruger et al. (21) reportaram que as moléculas de proantocianidinas inibem ainda a enzima de conversão da angiotensina. Esta enzima participa na produção de angiotensina II, uma molécula envolvida no desenvolvimento da hipertensão arterial sistêmica, promovendo a vaso constrição. Através da capacidade de inibir a enzima de conversão da angiotensina, as proantocianidinas permitem o controle da hipertensão e interferem também na redução do risco da arteriosclerose.

Já no trabalho de Yodkeeree et al. (22) foi demonstrado um possível papel das proantocianidinas em ensaios sobre o efeito *anti-aging* (anti-envelhecimento) desses pigmentos. Estudos apontaram que os compostos fenólicos apresentaram ação inibitória sobre as enzimas α -amilase, tripsina e α -glicosidase. Durante a digestão dos compostos fenólicos há a formação de quinonas, como o composto *p*-benzoquinana, que desconfiguram o sítio ativo da enzima exercendo de maneira eficaz essa ação inibitória, reduzindo assim, a resposta glicêmica (23, 24).

Cerca de 50% dos ácidos graxos presentes no arroz vermelho são matéria insaponificável constituída por γ -orizanol (25). Essas substâncias apresentam efeitos promissores na prevenção de doenças cardiovasculares e no aumento do colesterol *high density lipoprotein* (HDL), a lipoproteína de alta densidade, popularmente denominado como “colesterol bom” (26), capaz de reduzir o risco de doenças cardiovasculares.

Face ao exposto, a descoberta dessas propriedades intrínsecas e exclusivas dos arrozes pigmentados em relação ao arroz branco fortalece e apoia a tendência em aumentar a sua produção, atendendo a demanda por produtos saudáveis, com qualidade nutricional, de valor agregado e isentos de glúten (27).

O principal carboidrato presente no arroz preto é o amido, composto por dois tipos principais de α -glucanas, a amilose linear e amilopectina ramificada (28).

O conteúdo de amilose, que é variável nos diferentes arrozes, é um fator importante para a classificação da qualidade desse cereal. Os estudos de Ziegler et al. (29), que focaram na variedade de arroz preto IAC 600, encontraram 9,5% de amilose, enquanto que na pesquisa de Sompong et al. (30) foram encontrados 8,9% de amilose na variedade Niaw Dam Pleuak Khao, 9,6% de amilose na variedade Niaw Dam Pleuak Dam e 25,4% de amilose em amostras de arroz preto da China.

Além do amido, o arroz preto é também uma fonte de proteínas, que podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade. Os tipos de maior relevância são as glutelinas (representando 60% das proteínas totais e solúveis em soluções alcalinas), as prolaminas (representam 25% do total de proteínas e solúveis em álcool), as globulinas (com 10% das proteínas totais e solúveis em água salgada) e albumina (representando 5% do total e água-solúvel) (31). De acordo com Nunes et al. (32) a qualidade nutricional dessas proteínas está relacionada à quantidade de aminoácidos essenciais presentes nessas macromoléculas, biodisponibilidade desses aminoácidos e aptidão em suprir as necessidades metabólicas do organismo humano.

Além da presença dos componentes citados, o seu pericarpo é pigmentado devido à abundância de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas, que são glicosídeos das antocianidinas, em que uma ou mais hidroxilas das posições 3, 5 e 7 são ligadas aos glicosídeos, tornando as antocianinas diferentes entre si (33). Dentre as antocianinas encontradas no arroz, destacam-se as cianidina-3-*O*-glicosídeo, peonidina-3-*O*-glicosídeo, cianidina-3-rutinosídeo e cianidina-3-galactosídeo (34). Estas substâncias fenólicas são conhecidas por suas propriedades antioxidantes (atuação no combate aos radicais livres), anti-inflamatória, anti-mutagênica e anti-hipertensiva, além de prevenir

enfermidades como o câncer e as doenças crônicas não-transmissíveis (35, 36, 37). O aumento do consumo desse tipo de arroz pode ainda estar relacionado às características sensoriais distintas e propriedades funcionais do cereal (35).

Características Gastronômicas

A gastronomia tem conquistado cada vez mais espaço na área da alimentação humana, o que tem promovido mudanças na forma de produzir e consumir produtos alimentícios, gerando novas demandas nesse segmento. Embora o plantio dos arrozes pigmentados ainda não seja muito explorado no Brasil, esses grãos têm estado presentes nos cardápios de estabelecimentos gastronômicos, devido às suas características diferenciadas tanto em sabor, valor nutricional e pelo valor “estético” que esse tipo de matéria-prima pode agregar aos pratos graças à sua aparência atrativa (38).

Ademais, devido ao aumento da demanda por alimentos orgânicos por parte dos consumidores, muitos *chefs* de cozinha tem inovado suas receitas com o uso desses alimentos livres de agroquímicos (39), de cunho sustentável.

Como exemplos de matérias-primas sustentáveis para a gastronomia, citam-se os arrozes coloridos de cultivo agroecológico, cujo emprego como ingredientes em produtos alimentícios vem sendo testado em algumas pesquisas realizadas nos anos recentes, principalmente no que tange aos arrozes vermelho e preto. Como resultados, foram elaborados produtos como massa alimentícia, biscoito, bolo, farinha, pão, entre outros alimentos. A pesquisa de Almeida et al. (40) estudou a composição físico-química de *cookies* adicionados de resíduos do arroz vermelho, já Meza (41) criou extrusados expandidos a partir do mesmo cereal. Sobre os bolos, já foram reportados estudos com um bolo de arroz marrom, preto e vermelho com transglutaminase (42), bolo sem glúten da farinha extrusada de arroz vermelho (43) e bolo de chiffon preparado com arroz preto em substituição à farinha de trigo (44).

Na área de panificação, citam-se um pão prebiótico sem glúten, com farinha de arroz vermelho e diferentes concentrações da enzima transglutaminase bacteriana (45), pão com massa à base de trigo e farinha de arroz preto extrusada (46) e pão de forma sem glúten com farinha de arroz preto, inulina e enzima transglutaminase microbiana (47).

Sobre as bebidas, citam-se pesquisas para desenvolver: bebida multigrãos (48), kefir com “leite” de arroz vermelho fermentado com *lactobacillus bulgaricus* e iniciador cândida kefir *starter* (49) e bebidas lácteas fermentadas com leite, soro de leite e extrato de arroz vermelho (50). Também foram realizados estudos sobre uma massa alimentícia sem glúten com féculas de batata, mandioca e farinha de arroz vermelho (51), *tteokgalbi* (prato de carne coreano feito com costela de vaca) com farelo de arroz preto e ácido orgânico para substituir o corante caramelo sintético (52) e preparações culinárias diversas com arrozes pigmentados (53).

Pesquisas apontam que ainda existe uma limitação no uso da farinha de arroz para os preparos alimentícios, pois esta matéria-prima apresenta diferentes características quando comparada à farinha de trigo (que possui glúten). Devido a essas características, seria necessário realizar reajustes nas formulações de seus preparos. Dessa maneira, as empresas de confeitaria e panificação demonstram certa resistência em relação ao uso da farinha de arroz, utilizando-a com menor abrangência na criação de produtos (54).

Em termos de análise sensorial, os grãos de arroz utilizados na produção de massas para bolos e pães demonstraram grandes potenciais como ingrediente de fabricação desses produtos alimentícios, pois apresentaram maior firmeza e mastigabilidade (quando

analisados sensorialmente pelos provadores em comparação a produtos similares elaborados com farinha de trigo). Os arrozes também alcançaram resultados positivos em relação a outras preparações como doces, salgados, bebidas, molho para carnes e cereal matinal extrusado.

CONCLUSÕES

Estudos sobre os arrozes pigmentados ainda são escassos, principalmente relacionados às características agronômicas. Por outro lado, as pesquisas sobre as características nutricionais e gastronômicas apresentam um considerável número de informações, principalmente sobre arrozes vermelhos, que são mais numerosos em publicações científicas comparados aos pretos. Os arrozes de pericarpo pigmentado possuem os mesmos tratamentos culturais agronômicos que os brancos comerciais, mas as poucas diferenças estão relacionadas ao melhoramento genético, para adquirir características como a menor estatura para resistir ao acamamento e menor ciclo biológico. Os estudos mostraram que os arrozes coloridos são mais benéficos à saúde que os brancos pelo alto teor de compostos fenólicos em seu pericarpo. Já o arroz preto tem melhor composição nutricional comparado ao arroz vermelho, pois as antocianinas nesses cereais são mais abundantes. O pigmento de maior destaque nos arrozes vermelho é a proantocianidina, que confere a coloração avermelhada ao grão. Os compostos fenólicos presentes no pericarpo dessas gramíneas têm ação antioxidante, que reduzem o risco de diversas doenças. Adicionalmente, tem surgido uma maior procura por parte dos consumidores pelos alimentos mais saudáveis, e conseqüentemente, pesquisas sobre a adição desta matéria-prima em produtos gastronômicos. Os trabalhos demonstraram que os arrozes pigmentados têm grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, como bolos, massas, biscoitos, cereais extrusados, bebidas lácteas fermentadas e farinhas. A produção de farinhas de arrozes vermelho e preto foi estudada visando os consumidores com sensibilidade ao glúten (celíacos), já que essas farinhas não apresentam essa proteína e pela vantagem nutricional que estes grãos apresentam para a saúde humana de modo geral.

REFERÊNCIAS

1. Pereira JA. O arroz-vermelho cultivado no Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.
2. Instituto Agronômico de Campinas (IAC). IAC 600: Cultivar de arroz tipo especial exótico preto [internet]. 2005 [acesso em 28 mar 2021]. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC600.htm>.
3. Hoagland RE, Paul RNA. Comparative SEM study of red rice and several commercial rice (*Oryza sativa*) varieties. *Weed Sci.* 1978: 619-625.
4. Noldin JA. Characterization, seed longevity, and herbicide sensitivity of red rice (*Oryza sativa* L.) ecotypes, and red rice control in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. [Tese]. Texas A&M University, College Station; 1995.
5. Silveira CAD, Andres A, Silva PRFD, Fleck NG, Menezes VG. Características morfológicas e desenvolvimento fenológico de biótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS. 1998; 125.

6. Sánchez-Olquín E, Arrieta-Espinoza G, Espinoza Esquivel AM. Vegetative and reproductive development of Costa Rican weedy rice compared with commercial rice (*Oryza sativa*). Plant Daninha. 2007; 25:13-23.
7. Jeng TL, Lai CC, Ho PT, Shih YJ, Sung JM. Agronomic, molecular and antioxidative characterization of red-and purple-pericarp rice (*Oryza sativa* L.) mutants in Taiwan. Journ of Cereal Sci. 2012; 56: 425-431.
8. Aguiar G. A. Ação gênica e estimação de parâmetros genéticos em cruzamentos de arroz irrigado. [Tese]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2018.
9. Pereira JA, Morais OP, Bassinello PZ, Torga PP, Colombari Filho JM, Câmara JAS, Ribeiro VQ. 'BRS 901': cultivar de arroz vermelho para o nordeste brasileiro [Internet]. Embrapa Meio-Norte: Comunicado Técnico (Infoteca-e). 2015a [acesso em 28 mar 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022378/brs-901-cultivar-de-arroz-vermelho-para-o-nordeste-brasileiro>.
10. Pereira JA, Morais OP, Colombari Filho JM, Torga PP, Bassinello PZ, Câmara JAS, et al. 'BRS 902': cultivar de arroz vermelho para o mercado brasileiro [Internet]. Embrapa Meio-Norte : Comun Téc (Infoteca-e). 2015b [acesso em 28 mar 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139114/1/Comunicado236.pdf>.
11. Wickert E, Schiocchet MA, Noldin JA, Raimondi JV, Andrade A, Scheuermann KK, et al. Exploring variability: New Brazilian varieties SCS119 Rubi and SCS120 Onix for the specialty rices market. Open Journ of Gen. 2014; 4:157-165.
12. Lima RHP, Menezes, BRS; Moreira, LB. Cultivar de arroz vermelho 'ENA AR 1601' para cultivo em sistema de sequeiro irrigado. Inf Téc (Prog Pós-Grad Fitotec UFRRJ). 2021; 1:1-8.
13. Sumczynski D, Kotásková E, Družbiková H, Mlček J. Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and in vitro digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Food Chem. 2016; 211:339-346.
14. Niu Y, Gao B, Slavin M, Zhang X, Yang F, Bao J, et al. Phytochemical compositions, and antioxidant and anti-inflammatory properties of twenty-two red rice samples grown in Zhejiang. LWT-Food Sci and Tech. 2013; 54:521-527.
15. Jeon HI, Song GS, Kim, YS. Antioxidant activity of fractions and subfractions of red rice bran. Journ of The Korean Socie of Food Sci and Nutri. 2019; 48:49-55.
16. Nurnaistia Y, Aisyah S, Munawaroh, HSH. Secondary metabolites profiles and antioxidant activities of germinated brown and red rice. Journ of Phy: Conf Series. 2018; 1013:012204.
17. Pedro AC, Granato D, Rosso ND. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. Food Chem. 2016; 191: 12-20.
18. Aron PM, Kennedy JA. Flavan-3-ols: Nature, occurrence and biological activity. Mol Nutri & Food Research. 2008; 52:9-104.
19. Gu L, Kelm MA, Hammerstone JF, Beecher G, Holden J, Haytowitz, D, et al. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. The Journ of Nutri. 2004; 134:613-617.

20. Chen MH, McClung AM, Bergman CJ. Concentrations of oligomers and polymers of proanthocyanidins in red and purple rice bran and their relationships to total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity and whole grain color. *Food Chem.* 2016; 208:279-287.
21. Kruger MJ, Davies N, Myburgh KH, Lecour S. Proanthocyanidins, anthocyanins and cardiovascular diseases. *Food Research Inter.* 2014; 59:41-52.
22. Yodkeeree S, Thippraphan P, Punfa W, Srisomboon J, Limtrakul P. Skin anti-aging assays of proanthocyanidin rich red rice extract, oryzanol and other phenolic compounds. *Nat Prod Communications.* 2018; 13:967-972.
23. Jung EH, Ran Kim S, Hwang IK, Youl Ha T. Hypoglycemic effects of a phenolic acid fraction of rice bran and ferulic acid in C57BL/KsJ-db/db mice. *Journ of Agri and Food Chem.* 2007; 55:9800-9804.
24. Apostolidis E, Kwon YI, Shetty K. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Sci & Emerging Tech.* 2007; 46-54.
25. Walter M, Marchezan E, Avila LA. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural.* 2008; 38:1184-1192.
26. Thammapat P, Meeso N, Siriamornpun, S. Effects of NaCl and soaking temperature on the phenolic compounds, α -tocopherol, γ -oryzanol and fatty acids of glutinous rice. *Food Chem.* 2015; 175:218-224.
27. Gunaratne A, Wu K, Li D, Bentota A, Corke H, Cai Y. Antioxidant activity and nutritional quality of traditional red-grained rice varieties containing proanthocyanidins. *Food Chem.* 2013; 138:1153-1161.
28. Zhu, F. Interactions between starch and phenolic compound. *Trends in Food Sci& Tech.* 2015; 43:129-143.
29. Ziegler V, Ferreira CD, Goebel JTS, El Halal SLM, Santetti GS, Gutkoski LC. Changes in properties of starch isolated from whole rice grains with brown, black, and red pericarp after storage at different temperatures. *Food chem.* 2017; 216:194-200.
30. Sompong R, Siebenhandl-Ehn S, Linsberger-Martin G, Berghofer E. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chem.* 2011; 124:132-140.
31. Organization for economic co-operation and development (OECD). Environment, health and safety publications series on the safety of novel foods and feeds. In: Revised consensus document on compositional considerations for new varieties of rice (*Oryza sativa*): Key food and feed nutrients and anti-nutrients [Internet]. 2016 [acesso em 20 jan 2021]. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2016\)38&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2016)38&doclanguage=en).
32. Nunes FA, Seferin M, Maciel VG, Flôres SH, Ayub MAZ. Life cycle greenhouse gas emissions from rice production systems in Brazil: A comparison between minimal tillage and organic farming. *Journ of Cleaner Prod.* 2016; 139:799-809.
33. Terzi, DBL, Rossi AV. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Química Nova.* 2002; 25:684-688.
34. Min, B.; McClung, A. M.; Chen, M. H. Phytochemicals and antioxidant capacities in rice brans of different color. *Journ of Food Sci.* 2011; 76:C117-C126.

35. Dittgen CL. Interação entre genótipos de arroz preto e locais de cultivo no perfil de compostos fenólicos e sobre atributos físico-químicos [Dissertação]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2019.
36. Paiva FF, Vanier NL, Berrios JDJ, Pinto VZ, Wood D, Williams T, et al. Polishing and parboiling effect on the nutritional and technological properties of pigmented rice. *Food Chem.* 2016; 191:105-112.
37. Shao Y, Bao J. Polyphenols in whole rice grain: genetic diversity and health benefits. *Food Chem.* 2016; 180:86-97.
38. Colombari Filho JM, Pereira JA, Vanier NL. Mercado brasileiro para tipos especiais de arroz: pigmentados, aromáticos e para culinárias japonesa e italiana. *Informe Agropecuário.* 2018; 39:17-28.
39. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Alimentos orgânicos e produtos da agricultura familiar conquistam cardápios de restaurantes: Chef de cozinha de Paraty privilegia produtores locais na elaboração de suas receitas [Internet]. 2020 [acesso em 29 mar 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/alimentos-organicos-e-produtos-da-agricultura-familiar-conquistam-cardapios-de-restaurantes>.
40. Almeida RL, Santos NC, Pereira TS, Silva VMA, Ribeiro VHA, Silva LN, et al. Composição físico-química de cookies adicionados de resíduos do arroz vermelho. *Research, Society and Development.* 2020; 9:7.
41. Meza SLR. Características químicas, tecnológicas e sensoriais de extrusados expandidos a partir de arroz pigmentado [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2015.
42. Lang GH, Kringel DH, Acunha TS, Ferreira CD, Dias ARG, Zavareze ER, et al. Cake of brown, black and red rice: Influence of transglutaminase on technological properties, in vitro starch digestibility and phenolic compounds. *Food Chem.* 2020; 126480.
43. Das AB, Bhattacharya S. Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. *LWT-Food Science and Technology.* 2019; 102:197-204.
44. Mau JL, Lee CC, Chen YP, Lin SD. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake prepared with black rice as replacement for wheat flour. *LWT.* 2017; 75:434-439.
45. Gusmão TAS, Gusmão RP, Moura HV, Silva HA, Cavalcanti-Mata MERM, Duarte, MEM. Production of prebiotic gluten-free bread with red rice flour and different microbial transglutaminase concentrations: modeling, sensory and multivariate data analysis. *Journ of Food Sci and Tech.* 2019; 56:2949-2958.
46. Ma J, Kaori F, Ma L, Gao M, Dong C, Wang J, et al. The effects of extruded black rice flour on rheological and structural properties of wheat-based dough and bread quality. *Inter Journ of Food Sci & Tech.* 2019; 54:1729-1740.
47. Alencar DDO, Moura HV, Silva HA, Santos RMS, Ramos NJS, Gusmão TAS, et al. Produção e caracterização de pão de forma glúten-free, formulado com farinha de arroz preto, inulina e enzima transglutaminase microbiana. *Brazilian Journ of Develop.* 2019; 5:18877-18891.
48. Fernandes CG, Sonawane SK, Arya SS. Optimization and modeling of novel multigrain beverage: Effect of food additives on physicochemical and functional properties. *Journ of Food Process and Preservation.* 2019; 43:e14151.

49. Sulistyanyngtyas AR, Lunggani AT, Kusdiyantin E. Kefir produced from red rice milk by lactobacillus bulgaricus and candida kefir starter. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Sci. 2019; 292:012038.
50. BOÊNO JA. Bebidas lácteas fermentadas formuladas com leite, soro de leite e extrato de arroz vermelho: aspectos físicos, químicos, microbiológicos e sensorial [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2014.
51. Pereira KB. Massa alimentícia livre de glúten elaborada a partir de féculas de batata e mandioca e farinha de arroz vermelho [Tese]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2018.
52. Kim TK, Hong SH, Ku SK, Kim YB, Jeon KH, Choi HD, et al. Quality characteristics of tteokgalbi with black rice bran and organic acid to substitute synthetic caramel colorant. Korean Journ for Food Sci of Animal Resources. 2017; 37:552.
53. LIMA LG. Arroz pigmentado: caracterização nutricional, atividade antioxidante e aceitabilidade de preparações [Dissertação]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2016.
54. Oliveira CAO, Anselmi AA, Kolling DF, Finger MIF, Corte VFD, Dill MD. Farinha de arroz e derivados como alternativas para a cadeia produtora do arroz. Revista Brasil de Produtos Agroind. 2014; 16:61-67.