



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

COOKIE ENRIQUECIDO COM FARINHA DE DESCARTE DA FOLHA EXTERNA
DE REPOLHO BRANCO (*Brassica oleracea* var. *capitata*) E MICROALGA *Spirulina*
sp.: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO.

RAFAELA BARBOSA LIMA DOS SANTOS

SALVADOR

2021

RAFAELA BARBOSA LIMA DOS SANTOS

COOKIE ENRIQUECIDO COM FARINHA DE DESCARTE DA FOLHA EXTERNA
DE REPOLHO BRANCO (*Brassica oleracea* var. *capitata*) E MICROALGA *Spirulina*
sp.: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de mestre

Orientadora: Dr^a. Ryzia de Cássia Vieira Cardoso
Co-orientadora: Dr^a Laíse Cedraz Pinto

SALVADOR

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus e ao meu Anjo da guarda, por segurarem as minhas mãos em todos os momentos, me dando força e sabedoria para que eu pudesse realizar esse sonho.

Aos meus pais, Raulino e Jorlanda, por serem meu alicerce na vida, demonstrando todo amor, carinho e incentivo a sempre trilhar no caminho dos estudos. Amo vocês.

Aos meus irmãos, Jeã e Renata, e a minha cunhada, Jéssica, pela parceria, companheirismo e incentivo diários.

Ao meu namorado Isaac, por todo amor, compreensão, admiração e companheirismo dedicados.

À minha orientadora Ryzia, por sempre acreditar no meu potencial, desde a graduação, Iniciação Científica e agora no mestrado. Exemplo de profissional e ser humano que acolhe todos seus filhos acadêmicos. Obrigada pelos ensinamentos compartilhados, palavras de incentivo e encorajamento e parceria na condução deste trabalho.

À minha co-orientadora Laíse, por chegar no momento certo. Ter sempre as melhores ideias e estar disponível a qualquer hora do dia. Muito obrigada pela co-orientação deste trabalho.

Aos alunos de Iniciação Científica, Leone e Daniel, por terem aceitado este enorme desafio e “abraçado” estes *cookies* de uma maneira encantadora. Ser tutora de vocês, foi um dos maiores presentes e orgulho que o PGAlí me deu.

Ao técnico de laboratório da ENUFBA, Luís, por toda amizade, parceria e acompanhamento das análises deste trabalho.

À professora da ENUFBA, Camila, pela parceria, incentivo e disponibilidade nas atividades de bancada.

À minha amiga Elaine Janaína, por toda amizade e companheirismo durante todos esses anos. Obrigada por sempre ter as palavras certas nos momentos certos. Presente que a UFBA me deu.

Aos amigos de longa data, Leandro, Aline, Natália, Thaíse e Camile por todo incentivo, amizade e ajuda para tornarem este caminho mais leve.

Aos colegas do PGAlí, em especial a Camilla e a Margarida, por sempre estarem disponíveis e terem me ajudado nesta etapa.

À banca examinadora, pela dedicação e disponibilidade de leitura para sugestões de aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao PGAlI e a ENUFBA pelo apoio em todo percurso do mestrado e a UNEB por ceder espaço para realização de algumas análises.

À FAPESB pela concessão da bolsa de estudos

E a todos que direta ou indiretamente incentivaram e torceram pelo sucesso e a finalização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem, ou que seus planos nunca vão dar certo, ou que você nunca vai ser alguém... Quem acredita, sempre alcança!”

Renato Russo

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 GERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1. DESCARTE DE VEGETAIS	13
3.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS	14
3.3. REPOLHO (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	15
3.4 <i>Spirulina</i> sp.	16
3.5 <i>COOKIE</i>	18
REFERÊNCIAS.....	22
CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO	29
<i>COOKIE</i> ENRIQUECIDO COM FARINHA DA FOLHA EXTERNA DE REPOLHO BRANCO (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>) E <i>Spirulina</i> sp.: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO	
RESUMO	30
ABSTRACT.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1. MATERIAIS PARA ELABORAÇÃO DOS <i>COOKIES</i>	33
2.2. ELABORAÇÃO DA FARINHA DA FOLHA EXTERNA DE REPOLHO ..	33
2.3 CULTIVO DE BIOMASSA DE <i>Spirulina</i> sp.....	33
2.4 ELABORAÇÃO DO <i>COOKIE</i>	33
2.5. PARÂMETROS FÍSICOS DOS <i>COOKIES</i>	34

2.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	35
2.6.1 TEXTURA	35
2.6.2 COR.....	36
2.7 CAROTENOIDES TOTAIS	36
2.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (RADICAL DPPH E ABTS)	36
2.9 MINERAIS.....	37
2.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS <i>COOKIES</i> FORMULADOS	37
3.2 ANÁLISES DE COR DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS <i>COOKIES</i> FORMULADOS	42
3.3 CAROTENOIDES TOTAIS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS <i>COOKIES</i> FORMULADOS	44
3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS <i>COOKIES</i> FORMULADOS	45
3.6 ANÁLISE DE MINERAIS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS <i>COOKIES</i> FORMULADOS	47
4. CONCLUSÃO	50
AGRADECIMENTOS	51
REFERÊNCIAS.....	51

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Biscoito tipo <i>cookie</i>	18
--	----

CAPÍTULO II

Figura 1. Matérias-primas utilizadas	43
Figura 2. <i>Cookies</i> formulados.....	44
Figura 3. Atividade antioxidante das matérias-primas e dos <i>cookies</i> formulados pré e pós-cocção.....	46

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Principais estudos envolvendo <i>cookies</i> enriquecidos.....	20
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes usados nas formulações dos <i>cookies</i> controle e enriquecidos com biomassa de <i>Spirulina</i> e farinha de repolho.....	34
Tabela 2- Composição centesimal (%) e valor energético total (Kcal.g ⁻¹) das matérias-primas e dos <i>cookies</i> formulados.....	38
Tabela 3- Análises físicas e químicas dos <i>cookies</i> formulados.....	40
Tabela 4 – Parâmetros de cor das matérias-primas e dos <i>cookies</i> formulados antes e após cocção.....	42
Tabela 5 – Carotenoides totais (µg.g ⁻¹) das matérias-primas e dos <i>cookies</i> formulados antes e após cocção.....	45
Tabela 6 - Minerais (mg.100g ⁻¹) das matérias-primas e dos <i>cookies</i> formulados	48

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola brasileiro tem se destacado como um dos mais importantes da economia, apresentando recordes de safras. Neste cenário de produção de alimentos, entretanto, o Brasil também tem sido consagrado como um campeão em perdas pós-colheita e desperdícios (TOFANELLI et al., 2009; BRASILIA, 2009).

Especificamente no caso das hortaliças, no país, estudos têm constatado que os níveis médios de perdas pós-colheita são de 35%, chegando a atingir até 40%, enquanto em outros países, como nos Estados Unidos, estes índices não passam de 10% (VILELA, LANA e MAKISHIMA, 2003; BRASÍLIA, 2009).

Apesar das tecnologias aplicadas a fim de promover a qualidade, a segurança alimentar e também reduzir perdas qualitativas e quantitativas, entre a colheita e o consumo, as perdas podem ocorrer em volume expressivo e representar gasto de recursos de produção valiosos e escassos, como água e energia. Em adição, observa-se que são limitados os meios de controle e redução de perdas, posto que compreende uma questão complexa, envolvendo diferentes fatores e problemas em cada país (FAO,2011).

Por outro lado, como alternativa para reduzir o desperdício de alimentos, trabalhos científicos têm mostrado a importância de se desenvolver alternativas de utilização dos resíduos e/ou descarte de frutas e hortaliças na produção de derivados, no desenvolvimento de novos produtos e ainda de produtos específicos, com elevado grau de pureza - como exemplo, pigmentos naturais (STRATI e OREOPOULOU, 2014; HIRANVARACHAT et al., 2013).

O incentivo ao consumo de vegetais em geral, e de crucíferas em particular, baseia-se no seu valor nutricional como fonte importante de vitaminas, minerais, fibras e substâncias tais como carotenoides, flavonoides, cumarinas, glucosinolatos, dentre outros. Além disso, estudos realizados com vegetais dessa família, representada por mais de 2.000 espécies e com exemplares importantes na dieta humana, têm demonstrado relevante atividade antioxidante (ARBOS et al, 2004).

Muitos estudos vêm mostrando os benefícios de uma alimentação saudável, rica em hortaliças e frutas. Esses alimentos são muito importantes, posto que podem diminuir o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus* e obesidade. Dentre as hortaliças produzidas nos sistemas orgânico e convencional, normalmente consumidas

pela população brasileira, encontram-se a beterraba (*Beta vulgaris* L.), a cenoura (*Daucus carota* L.), o repolho (*Brassica oleracea* L.) e o espinafre (*Spinacea oleracea* L.) (KONRDÖRFER et al, 2014).

O repolho, a quinta hortaliça mais produzida no Brasil, apresenta excelente composição nutricional e elevado teor de sais minerais, importantes para a dieta humana. Do ponto de vista nutricional, o repolho branco apresenta muitos compostos, como: macronutrientes (carboidratos “disponíveis”, fibras alimentares, proteínas e lipídios), micronutrientes (vitaminas C, B₁, B₂, E, K e minerais, principalmente cálcio e fósforo) e “compostos bioativos não nutrientes” (destaque para os glucosinolatos e compostos fenólicos). Os “compostos bioativos não nutrientes” e o ácido ascórbico (considerado um “composto bioativo nutriente”) parecem ser os principais responsáveis pela alta capacidade antioxidante dos vegetais (FONTANÉTTI et al., 2006).

Especificamente, as fibras alimentares atuam como marcador do estado geral de saúde e do cólon humano, por meio do aumento do volume e maciez do bolo fecal, aumento da frequência e regularidade de evacuações, além de promover redução do colesterol e/ou glicose sanguíneos (VAN DOKKUM, 2008). Diante deste fato, tem-se estabelecida a técnica de obtenção de farinhas a partir do descarte de vegetais, com o intuito de utilizá-las na elaboração de produtos de panificação e massas alimentícias, ampliando a oferta de produtos funcionais (GUIMARÃES et al., 2010).

Dentre os produtos de panificação, destaca-se a categoria *cookie*, a qual é aceita e consumida por pessoas de qualquer idade e, por isso, tem-se formulado produtos fontes de diversos nutrientes, aliando-se ao grande apelo por melhor qualidade da dieta (FASOLIN et al., 2007). De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 263 de 2005 da ANVISA (BRASIL, 2005), que aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, o *cookie* é um tipo de biscoito ou bolacha que é obtido pela mistura de farinha(s) e ou amido(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, podendo apresentar cobertura, recheio, formatos e texturas diversos.

Muitos estudos também têm sido desenvolvidos com uso de proteínas obtidas por meio de microrganismos, com propósito alimentício. Várias espécies de microalgas registram cultivo comercial, em alguns países, e a biomassa produzida tem sido utilizada como fonte de produtos para aplicação na indústria de alimentos (DERNER et al., 2006). O mercado de alimentos funcionais, segundo Pulz e Gross (2004), vem

utilizando microalgas em massas, pães, iogurtes e bebidas e apresentando rápido desenvolvimento em vários países.

A microalga *Spirulina*, por possuir o certificado *Generally Recognized As Safe* (GRAS) do *Food and Drug Administration* (FDA), possibilita a aplicação da sua biomassa como alimento ou complemento alimentar. Esta biomassa apresenta vantagens, devido ao elevado teor protéico (60 - 70%) com conteúdo de aminoácidos similar aos recomendados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Além disto, possui vitaminas (especialmente B₁₂ e β-caroteno), minerais e pigmentos, como clorofila, carotenoides e ficocianina (PELIZER, 2003; JIMÉNEZ, 2003). Devido às características nutricionais da biomassa de *Spirulina* e à autorização do seu uso em alimentos, a utilização desta microalga como ingrediente é uma alternativa possível para o enriquecimento nutricional dos alimentos.

Atualmente, são poucos os experimentos encontrados na literatura voltados a buscar soluções para o desperdício do repolho, a partir da fabricação de novos produtos alimentícios. Desta forma, torna-se oportuno e relevante estudar a viabilidade do aproveitamento deste vegetal, desenvolvendo uma tecnologia que envolva a adição da farinha de repolho e biomassa de microalgas, para a obtenção de um produto alimentício com potencial funcional e com relevante valor nutricional e de aceitação pelos consumidores.

Deste modo, o presente trabalho objetiva elaborar e caracterizar um *cookie* com potencial funcional, enriquecido com farinha de descarte de folhas de repolho branco (*Brassica oleracea* var. *capitata*) como agregador de teor de fibra alimentar, além de utilizar a microalga *Spirulina* sp., como fonte de enriquecimento proteico.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Desenvolver formulações de *cookies*, enriquecidos com farinha da folha externa de repolho e biomassa de microalga *Spirulina* sp.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição centesimal da farinha da folha externa de repolho e da biomassa de *Spirulina* sp;

- Caracterizar a farinha da folha externa de repolho e da *Spirulina* sp. quanto à cor, composição em carotenoides totais, atividade antioxidante e minerais;
- Elaborar *cookies* adicionados de farinha da folha externa de repolho e biomassa de *Spirulina* sp;
- Caracterizar os *cookies* elaborados quanto à composição centesimal, às análises físicas e químicas, cor, carotenoides totais, atividade antioxidante e minerais;
- Avaliar uma estratégia para a redução do desperdício, promovendo o aproveitamento de descarte de repolhos próprios para o consumo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. DESCARTE DE VEGETAIS

A produção agrícola de alimentos brasileira compreende uma das maiores do mundo, sendo destaque a produção de frutas e hortaliças. Apesar desta posição, trata-se também de um país de contrastes, uma vez que parte considerável desta produção não cumpre a função alimentar, em virtude de perdas pós-colheita, que chegam a alcançar índices de até 40% (BRASIL, 2012), enquanto cerca de 33% da produção mundial de alimentos é desperdiçada ou perdida, representando aproximadamente 1,3 bilhão de toneladas/ano, custando à economia global cerca de 750 bilhões de dólares (FAO, 2010; Prusky, 2011). A temática das perdas pós-colheita constitui interesse mundial, sobretudo nos países em desenvolvimento, haja vista a sua estreita relação com o suprimento de alimentos.

O termo perda pós-colheita refere-se às perdas alimentares qualitativas e quantitativas no sistema pós-colheita, que incluem todas as atividades desde o momento da colheita até o consumo ou descarte efetuado pelo cliente, aos quais essas perdas e também as financeiras, podem ocorrer em qualquer estágio da cadeia de abastecimento (GARDAS et al, 2018; HODGES et al., 2011). Segundo Cerciello, Agovino e Garofalo, (2018), o desperdício de alimentos é qualquer alimento e suas partes não comestíveis, removidos da cadeia de abastecimento alimentar com objetivo de ser recuperados ou descartados, aos quais são incluídas a compostagem, colheitas aradas ou não, produção de bioenergia, incineração, eliminação em esgotos, aterros ou descarte no mar.

Dentre algumas alternativas já existentes para evitar o desperdício de origem vegetal, destaca-se o aproveitamento de partes usualmente não consumíveis em bolos, doces, pães, biscoitos entre outros. Essas alternativas de aproveitamento são

importantes, pois as partes consideradas usualmente não consumíveis também apresentam valor nutricional relevante (GARRONE et al., 2014). Deste modo, a preocupação com este desperdício é essencial, pois um grande volume de alimento, considerado perdido e não aproveitado, pode ser usado para alimentar milhões de pessoas que não têm acesso a uma alimentação saudável.

Como forma de minimizar as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças na horticultura brasileira e considerando que os co produtos de vegetais podem conter muitas substâncias reutilizáveis de alto valor nutricional, estratégias têm sido propostas. Dentre elas, tem-se o aproveitamento dos descartes para processamento de derivados e de novos produtos, ou para a obtenção de constituintes de interesse (TOFANELLI, 2009).

3.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Uma nova concepção de alimentos classificados como funcionais foi lançada no Japão, na década de 80, a partir de um programa de governo, com o objetivo de desenvolver alimentos saudáveis para a população, considerando o aumento da expectativa de vida, ao longo dos anos (ANJO, 2004).

Como definição, os alimentos funcionais são todos os alimentos ou bebidas que devem ser consumidos regularmente em dietas convencionais e que podem trazer benefícios fisiológicos específicos, graças à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis, demonstrando a sua capacidade de regulação das funções corporais, auxiliando na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (CÂNDIDO e CAMPOS, 2005; SOUZA et al., 2003).

Com o aumento da conscientização dos consumidores sobre a ingestão de alimentos e hábitos saudáveis, em busca da melhoria da qualidade de vida, muito se tem avançado para o desenvolvimento dos alimentos funcionais, pois estes devem apresentar propriedades benéficas, além das nutricionais básicas, sendo apresentadas sob a forma de alimentos comuns.

Nestes alimentos, podem estar presentes ou serem incluídas diferentes classes de compostos funcionais, como os probióticos e prebióticos, alimentos sulfurados e nitrogenados, vitaminas, antioxidantes, compostos fenólicos, ácidos graxos poliinsaturados e as fibras (oligossacarídeos) (MORAES e COLLA, 2006).

Inúmeras são as classificações de alimentos com compostos bioativos. Entre estes, como exemplo, estão os glucosinolatos e as fibras presentes nas brássicas, e o potencial antioxidante presente na microalga *Spirulina*, ambos podendo ser inseridos em novos alimentos, agregando potencial funcional. Os glucosinolatos são compostos estáveis, que possuem pouca atividade biológica, cujos efeitos associados à saúde resultam da sua conversão para a sua forma bioativa, que são os isotiocianatos, que podem ser os principais responsáveis pela produção de moléculas terapêuticas, responsáveis pelos efeitos benéficos à saúde, como a associação da redução da incidência de desenvolvimento de certos tipos de câncer. (JOHNSON et al., 2016; HANSCHEN, 2020).

As fibras, por sua vez, são substâncias de origem vegetal, que possuem alto peso molecular e não sofrem hidrólise pela ação das enzimas intestinais humanas, podendo assim ser fermentadas por algumas bactérias ou permanecer intactas ao longo de todo o trato gastrointestinal. Segundo Anjo (2004), os efeitos associados ao seu uso incluem a redução dos níveis de colesterol sanguíneo e a diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer.

O potencial antioxidante presente nas microalgas pode agir como neutralizador da ação dos radicais livres, fato determinado pela sua composição rica em vitaminas (especialmente B₁₂ e β-caroteno - precursor da vitamina A) e pigmentos como clorofila, carotenoides e ficocianina. (PELIZER, 2003; JIMÉNEZ, 2003),

Os carotenoides são pigmentos naturais lipofílicos, responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelha, presente nos vegetais *in natura* e em alguns microrganismos. Como os animais são incapazes de sintetizá-los, eles necessitam ser consumidos através da dieta. Suas principais funções incluem: ser precursor da vitamina A, atuar como protetor da fisiologia da visão, entre outros benefícios e a atividade antioxidante, minimizando os efeitos deletérios do organismo (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

3.3. REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

As hortaliças brássicas compreendem um enorme e diversificado grupo de vegetais que são conhecidos e consumidos mundialmente. Brássica é um nome que deriva do latim, possuindo um gênero taxonomicamente inserido dentro da família Brassicaceae (Cruciferae). Possui inúmeros representantes vegetais, entre eles: brócolis,

couve de Bruxelas, repolho, couve-flor, couve, couve chinesa, nabos entre outros. Uma das características comumente encontradas nas brássicas é que todas contêm glucosinolatos, que são compostos de enxofre responsáveis pelas características de sabores e odores para estes vegetais (FAHEY, 2003).

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é um dos vegetais mais importantes cultivados em todo o mundo, possui uma extensa quantidade de folhas e originou-se na Europa Ocidental. Os diferentes tipos de repolho cultivados mostram uma grande variação em relação ao tamanho, forma, cor e textura das suas folhas (SINGH et al., 2006).

Antes de ser pensado como alimento, o repolho foi avaliado por propósitos medicinais no tratamento de dores de cabeça, gota, diarreia e úlceras pépticas (CHENEY, 1950). Estes vegetais são fontes ricas de fibra dietética e muitos são boas fontes de cálcio, provitamínicos A (por exemplo, luteína, zeaxantina e β -caroteno), vitamina C e fitoquímicos benéficos. Muitas pesquisas se concentraram nesses fitoquímicos benéficos do repolho, como carotenoides (provitamina A) e glucosinolatos, que têm constituído objetos de consideráveis pesquisas científicas como agentes de proteção contra o câncer. Esses compostos auxiliam na estabilização e ativação dos mecanismos antioxidantes para assim promover a eliminação de substâncias produtoras de câncer (HANSCHEN, 2020).

Estudos utilizando descartes das variedades de repolho branco e roxo destacaram quantidades significativas de nutrientes, especialmente carotenoides e fibras, presentes nesses alimentos (NASCIMENTO, 2015; AMIN e LEE, 2005), mostrando que formas alternativas de utilização desses alimentos podem contribuir para a redução de perdas e desperdícios, agregando valor e sustentabilidade a esses co produtos.

3.4 *Spirulina* sp.

O termo *Spirulina* ou *Arthrospira* abrange um grande número de espécies de cianobactérias ou algas verdes-azuis, organismos procariotos que, apesar de não estabelecerem relação filogenética com algas, são comumente conhecidos como microalgas, devido à sua capacidade de realizar fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2013). Microalgas são microrganismos fotossintéticos com requerimentos nutricionais relativamente simples e cuja biomassa pode ser empregada para obtenção de

biocompostos, como suplemento alimentar humano, alimento animal ou fonte de biocombustíveis (ANDRADE et al., 2008).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para obtenção de proteínas, por meio de microrganismos, com propósito alimentício. Em alguns países, várias espécies de microalgas são cultivadas comercialmente e a biomassa produzida tem sido utilizada como fonte de produtos para aplicação na indústria de alimentos (DERNER et al., 2006).

Na atualidade, cerca de vinte e duas companhias no mundo produzem biomassa de *Spirulina*, e o principal destino de seus produtos são lojas de produtos naturais e farmácias, onde a biomassa seca é vendida como suplemento alimentar, além da alimentação animal e extração de pigmentos para uso em alimentos (OLIVEIRA et al., 2013).

A biomassa de *Spirulina* apresenta vantagens, devido ao elevado teor protéico (60 - 70%), com conteúdo de aminoácidos similar aos recomendados pela FAO. Além disto, possui em sua biomassa vitaminas (especialmente B₁₂ e β -caroteno), minerais e pigmentos, como clorofila, carotenoides e ficocianina (PELIZER, 2003; JIMÉNEZ, 2003). Segundo MAEHLER et al. (2003), a sua proporção protéica é superior às encontradas em fontes clássicas, tais como pescados, soja, leite integral, ovos e cereais.

Quando comparada com outros microrganismos que são utilizados como fontes protéicas, esta microalga apresenta a vantagem de não ser constituída de parede celulósica, apresentando uma cobertura frágil de mucopolissacarídeos, o que explica a boa digestibilidade de suas proteínas, assim como a preservação dos constituintes que se encontram em altas concentrações, entre eles as vitaminas e ácidos graxos poliinsaturados (MORAIS et al., 2006).

Desta forma, a microalga *Spirulina* tem sido comercializada amplamente em vários países, dado que muitos estudos comprovam a sua eficácia na prevenção ou inibição de câncer e ser um poderoso tônico para o sistema imunológico, fortalecendo assim o mecanismo de defesa celular (QURESHI et al., 1996; PIÑERO ESTRADA et al., 2001). O seu consumo também está associado a efeitos antioxidantes, antilipidêmicos, hipotensores, atuando no combate a desnutrição, anemia e obesidade, probióticos/imunomoduladores e prevenção do Diabetes *Mellitus* (OLIVEIRA et al., 2013). Assim, a sua inserção para o enriquecimento de alimentos torna-se bastante promissora.

3.5 COOKIE

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, conforme descrito na RDC 263/05 (BRASIL, 2005), define:

Biscoitos ou Bolachas: são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos.

O local é fundamental para determinar a nomenclatura dos biscoitos. Nos EUA, eles são denominados como *cookies*, enquanto na Inglaterra, *biscuit* (MORAES, et al., 2010). Os *cookies* (Figura 1) são um tipo de biscoito que possuem aparências, cores, tamanhos e sabores diversos, a depender dos ingredientes utilizados nas formulações (BARROS, 2019). São produtos de panificação à base de cereais, aos quais possuem altos teores de açúcar e gorduras e baixo teor de umidade, produzidos com farinha, podendo ser acrescidos de outros ingredientes, de acordo com a formulação desejada (PAREYT et al., 2009; GÖKMEN et al., 2008).

Os produtos de panificação como os *cookies*, são aceitos mundialmente e consumidos por todas as faixas etárias, devido ao fato de possuírem uma vida útil extensa, boa palatabilidade e serem “prontos para o consumo”, tornando-os excelentes produtos para aplicação e enriquecimento de nutrientes (CHENG e BHAT, 2016; FASOLIN et al., 2007).

Figura 1. Biscoito tipo *cookie*



Fonte: autoria própria

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de biscoitos, com cerca de 1,4 milhões de toneladas somente em 2018, possuindo um quantitativo de vendas equivalente a 33 mil toneladas de biscoitos tipo *cookies* em 2017 (ABIMAPI, 2018). A

indústria alimentícia possui uma alta demanda pelo desenvolvimento de novos produtos. Os biscoitos já possuem um grande nicho de mercado, devido também, ao interesse dos consumidores por produtos com alto valor nutricional e com benefícios à saúde (DIAS et al.,2016).

O desenvolvimento de *cookies* à base de matérias-primas de melhor valor nutricional, para ampliar a oferta de produtos funcionais, é bastante oportuno e promissor (GUIMARÃES et al., 2010). A Tabela 1 destaca alguns estudos de *cookies* que foram desenvolvidos com farinha de frutas, vegetais ou cereais, visando à obtenção de melhores aportes nutricionais e características tecnológicas.

Tabela 1. Principais estudos envolvendo *cookies* enriquecidos

Cookie enriquecido	Objetivos	Ingredientes de enriquecimento	Principais resultados	Referências
Cookies enriquecidos com <i>Spirulina platensis</i> e fontes de fibras	Investigar a adição de biomassa de <i>S. platensis</i> em <i>cookies</i> formulados com farinhas de subprodutos de mandioca, soja e pupunha e avaliar o potencial antioxidante, enriquecimento nutricional e as propriedades tecnológicas, microbiológicas e sensoriais.	“Mix” de farinha (composta de mandioca, soja e palma de péssago) e biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	As formulações desenvolvidas obtiveram enriquecimento nutricional relacionadas ao teor de fibra, proteína e cinzas, bem como um alto nível de compostos fenólicos totais e alta capacidade antioxidante.	BOLANHO et al., 2014.
Cookies enriquecidos com espinafre (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	Preparar farinha de espinafre e avaliar sua composição química, mineral e propriedades antioxidantes e investigar as características organolépticas, texturais e nutricionais dos <i>cookies</i> enriquecidos.	Farinha de espinafre (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	Os <i>cookies</i> desenvolvidos com 5 % de farinha de espinafre foram classificados como fonte de proteína, minerais e fibras	GALLA et al., 2017
Cookies sem glúten enriquecidos com farinha de entrecasca de melancia (<i>Citrulus lanatus</i>)	Avaliar a farinha da entrecasca de melancia e estudar a aplicação, aspectos nutricionais, físicos, microbiológicos e sensoriais.	Farinha de entrecasca de melancia (<i>Citrulus lanatus</i>)	Os <i>cookies</i> apresentaram expressivos teores de cinzas, índices de aceitabilidade > 70 % e melhores respostas quanto aos aspectos de dureza e fraturabilidade	LIMA et al., 2015
Cookies enriquecidos com farinha de malte de trigo	Investigar o impacto da substituição da farinha de malte na massa de trigo, bem como a morfologia e propriedades texturais dos <i>cookies</i>	Farinha de malte de trigo	Os <i>cookies</i> com maiores percentuais de farinha de malte de trigo apresentaram menor dureza e fraturabilidade quando comparados a amostra padrão.	YANG, GUO e ZHAO, 2020

<p><i>Cookies</i> enriquecidos com farinha da casca do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Flavicarpa) e fécula de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)</p>	<p>Desenvolver <i>cookies</i> enriquecidos em fibras, sensorialmente aceitáveis, com substituição percentual da farinha de trigo por farinha da casca de maracujá e fécula de mandioca</p>	<p>Farinha da casca do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Flavicarpa) e fécula de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)</p>	<p>Os <i>cookies</i> formulados foram sensorialmente aceitáveis, fonte de fibras e influência relevante quanto ao quesito intenção de compras.</p>	<p>SANTANA et al., 2011</p>
<p><i>Cookies</i> sem glúten enriquecidos com farinha de amaranto (<i>Amaranthus</i> spp.) crua e germinada</p>	<p>Preparar <i>cookies</i> com farinha de amaranto (crua e germinada) para examinar a composição nutricional e as propriedades físico-químicas na formulação sem glúten e sua relação com a qualidade do produto final.</p>	<p>Farinha de amaranto (<i>Amaranthus</i> spp.) crua e germinada</p>	<p>Os <i>cookies</i> formulados apresentaram um maior potencial antioxidante, fibra dietética total e exigia menos força de ruptura.</p>	<p>CHAUHAN, SAXENA e SINGH, 2015</p>

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9. ed. Saint Paul: AACC, 1995. v. 1. paginação irregular.
- AMIN, I; LEE, Y.W. Effect of different blanching times on antioxidant properties in selected cruciferous vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. v. 85. p. 2314- 2320, 2005.
- ANDRADE, M. R. et al. Cultivo da microalga *spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes. *Ciênc. agrotec.*, Lavras , v. 32, n. 5, p. 1551-1556, 2008 .
- ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *Jornal Vascular Brasileiro*. v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- ARBOS, K. A. et al. Influência de diferentes técnicas de cultivo sobre o potencial antioxidante de crucíferas. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.15, n.1, p.55-61, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES E BOLOS INDUSTRIALIZADOS – ABIMAPI. Estatística dos Biscoitos. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoitos.php>>. Acesso em: 29 out. 2019
- BARROS, H. E. A. Desenvolvimento de produto à base de farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.): biscoito tipo *cookie*. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Programa de Pós-Graduação Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil, 2019.
- BOLANHO, B. C. et al. Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fibre. *J. Food Nutr. Res.*, v. 53, p. 171–179, 2014.
- BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity using the DPPH free radical method. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie Food Science and Technology*, 28 p.,1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. VII Lista dos novos ingredientes aprovados – Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. 2009. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/novos_ingredientes.htm.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para os produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos". Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução 360 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem Nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil Seção I, p. 33-44, Brasília, DF. 26 de dezembro de 2003.

BRASILIA, D. C. Fome e desperdício de alimentos. 2009. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=1256:reportagens-materias&Itemid=39

BROOKS, J. D. et al. Potent induction of phase 2 enzymes in human prostate cells by sulforaphane. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 10 (9), 949–954. 2001

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. *Boletim da SBCTA.* v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CANELLA-RAWLS, S. Espessantes na confeitaria- Texturas e sabores. Editora Senac-São Paulo, p. 599, 2014.

CERCIELLO, M.; AGOVINO, M.; GAROFALO, A. Estimating food waste under the FUSIONS definition: What are the driving factors of food waste in the Italian provinces?. *Environ Dev Sustain*, v. 21, p. 1139–1152 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0080-0>

CHAUHAN, A., SAXENA, D. C., SINGH, S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, v. 63, p. 939–945, 2015.

CHENEY, G. Anti-peptic ulcer dietary factor. *J. Am. Diet Assoc.* 26, 668– 672. 1950

CHENG, Y. F.; BHAT, R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. *Food Bioscience*, v. 14, p. 54-61, 2016.

DERNER, R. B. et al. Microalgas, produtos e aplicações. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1959-1967, 2006.

DIAS, B. F. et al. Caracterização físico-química e análise microbiológica de *cookie* de farinha de aveia. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 3, n. 3, p. 10–14, jul./set. 2016.

DOWNES, F.P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. *American Public Health Association*, NW, Washington, 2001.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. n. 4. Champagnat, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Metodologia Científica: Determinação de Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. Comunicado Técnico 128. 1ed. Fortaleza, 2007a

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Metodologia Científica: Determinação de Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico 127. 1ed. Fortaleza, 2007b

FAHEY, J. W. Brassicas. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, p. 606–615, 2003.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Reducing Post-Harvest Losses in Grain Supply Chains in Africa Report of FAO-World bank workshop held from 18-19th March, , p. 120, 2010. Rome, Italy.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. *FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS*. Roma, 2011.

FASOLIN, L. H. et al. Cookies produced with banana meal: chemical, physical and sensorial evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, n.3, p.524-529, 2007.

FONTANÉTTI, A. et al.. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146-150, abr/jun. 2006.

GALLA, N. R. et al. Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach (*Spinacia oleracea* L.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*. v. 7, p. 20–26, 2017.

GARDAS, B. B.; RAUT, R. D.; NARKHEDE B. Evaluating critical causal factors for post-harvest losses (PHL) in the fruit and vegetables supply chain in India using the DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*. v. 199, p. 47-61, 2018.

GARRONE, P.; MALACINI M.; PEREGO, A. Opening the black box of food waste reduction. *Food Policy* v. 46, p. 129-139, 2014.

GÖKMEN, V. et al. Significance of furosine as heat-induced marker in cookies. *Journal of Cereal Science*. v. 48, n. 3, p. 843–847, 2008.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, V. L.M. Simple cakes elaborated with flour of watermelon inner skin (*Citrullus vulgaris*, Sobral): chemical, physical, and sensory evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 2, p. 354-363, 2010.

HANSCHEN, F. S. Domestic boiling and salad preparation habits affect glucosinolate degradation in red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*). *Food Chemistry*, v. 321, 2020.

HENRIKSON, R. *Microalga Spirulina: superalimento del futuro*. Barcelona: Urano, p. 65, 1994.

HODGES, R. J.; BUZBY, J. C.; BENNETT, B. Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. *J. Agric. Sci.* v.149 (S1), p. 37-45, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*. 1 ed digital. São Paulo. 2008. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf.

JIMÉNEZ, C. et al. The feasibility of industrial production of *Spirulina* (*Arthrospira*) in southern Spain. *Aquaculture*, v. 217, p. 179-190, 2003.

JOHNSON, T. L., DINKOVA-KOSTOVA, A. T., FAHEY, J. W. Glucosinolates from the Brassica Vegetables and Their Health Effects. *Encyclopedia of Food and Health*, 248–255, (2016).

KONRDÖRFER, K. et al. Quantificação de minerais, nitratos e nitritos em hortaliças orgânicas e convencionais. *Revista CIATEC – UPF*, vol.6 (2), p.p.31-39, 2014.

LIMA, J. P. et al. Watermelon flour rind in gluten-free cookies. *Cienc. Rural*, Santa Maria. v. 45, n. 9, p. 1688-1694, 2015.

- MAEHLER, A. R.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L. Grain quality in two soybean cultivars in relation to the water availability and plant arrangement. *Ciência Rural*. v. 33, p.213-218. 2003.
- MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 30, n. 3, p. 719-728, Sept. 2010.
- MENDONÇA, T. A. Carotenoides da microalga *Spirulina platensis*: obtenção e avaliação da atividade antioxidante. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2014.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Functional foods and nutraceuticals: definition, legislation and health benefits. *Revista Eletrônica de Farmácia* Vol 3 (2), 99-112, 2006
- MORAES, K. S. De. et al. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo *cookie* com variações nos teores de lipídio e de açúcar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 30, p. 233–242, 2010.
- MORAIS, M. G.; MIRANDA, M. Z.; COSTA, J. A. V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. *Alim. Nutr. Araraquara*. v.17, n.3, p.323-328, jul./set. 2006.
- NASCIMENTO, R. L. Carotenoides de descarte de vegetal folhoso: obtenção e potencial antioxidante. (Dissertação). Salvador: Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição, 2015.
- OLIVEIRA, C. A. et al. Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria *spirulina*. *Rasbran – Revista da Associação Brasileira de Nutrição*. Ano 5, n.1, p. 52-59, 2013.
- PAREYT, B. et al. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*. v. 90, n. 3, p. 400–408, 2009.
- PELIZER, L. H. et al. Influence of inoculum age and concentration in *Spirulina platensis* cultivation. *J. Food Eng.* V. 56, p. 371-375, 2003.
- PIÑERO ESTRADA, J. E.; BERMEJO BESCÓS, P.; VILLAR DEL FRESNO, A. M. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protean extrat. *IL Farmaco*, v. 56, p. 497-500, 2001.

PRUSKY, D. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. *Food Security*, v. 3, p. 463-474, 2011.

PULZ, O.; GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology Biotechnology Heidelberg*, v. 65, n. 6, p. 635-648, 2004.

QURESHI, M.A., ALI, R.A. Spirulina platensis exposure enhances macrophage phagocytic function in cats. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, v. 18, p. 457-463, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; Harvest plus handbook for carotenoid analysis. Washington, DC e Cali: International Food Policy Research Institute e International Center for Tropical Agriculture, 2004.

SANTANA, F. C. et al. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo, por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta crantz*). *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SINGH, J. et al. Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). *Scientia Horticulturae*. v. 108. p. 233–237, 2006.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. *Boletim da SBCTA*. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

STRATI, I. F.; OREOPOULOU, V. Recovery of carotenoids from tomato processing by-products – a review. *Food Research International*. v. 25. p. 311- 321, 2014.

HIRANVARACHAT, B. et al. Structural modification by different pretreatment methods to enhance microwave-assisted extraction of β -carotene from carrots. v. 115. , 2013

TOFANELLI, M. B. D. et al. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Mineiros. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n.1, 2009.

VAN DOKKUM, W. Propriedades funcionais de fibras alimentares, amido resistente e oligossacarídeos não digeríveis. In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. (Ed). *Alimentos funcionais: benefícios para a saúde*. Viçosa, Editora: Rubio, p. 20, 2008.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. In: *Determination of plant cell wall constituents*. J Assoc Off Anal Chem. 1967; 50: 50.

VILELA, N.J.; LANA, M.M.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 141-143, 2003.

YANG, B.; GUO, M.; ZHAO, Z. Incorporation of wheat malt into a cookie recipe and its effect on the physicochemical properties of the corresponding dough and cookies. Food Science and Technology. v. 117. 2020.

ZENEON, O. ; PASCUET, N.S. ; TIGLEA, P.(Coord.). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020 ,2008.

CAPÍTULO II

ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo para submissão ao *LWT Journal – Food Science and Technology* (FI: 4,006)

COOKIE ENRIQUECIDO COM FARINHA DA FOLHA EXTERNA DE REPOLHO BRANCO (*Brassica oleracea* var. *capitata*) E *Spirulina* sp.: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Rafaela Barbosa Lima dos Santos

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a utilização da farinha da folha externa de repolho (FR) e biomassa de *Spirulina* sp. (BS) para redução do desperdício de alimentos e melhoria das propriedades funcionais de *cookies*. Foram produzidas cinco formulações sendo uma Controle (CC) e as demais enriquecidas com 0.5% de BS e FR em percentuais diferentes em relação ao peso da farinha de trigo, sendo 5% (CBR5), 10% (CBR10), 15% (CBR15) e 20% (CBR20). As análises físico-químicas, cor, carotenoides totais, atividade antioxidante e minerais da FR, BS e dos *cookies* enriquecidos foram investigados. A incorporação das matérias-primas nos *cookies* enriquecidos, quando comparados ao CC, promoveu um aumento significativo dos seguintes indicadores: umidade (7.00 a 9.08%), proteínas (5.42 a 6.35%), cinzas (1.81 a 2.45%), fibras (0.94 a 3.63%), carotenoides totais pré-cocção (6.74 a 12.20 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e pós-cocção (5.29 a 12.36 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), atividade antioxidante pré-cocção (1841.00 a 8003.25 μM Trolox. g^{-1} de DPPH e 164.00 a 4034.67 μM Trolox. g^{-1} de ABTS) e pós-cocção (6618.00 a 11769.00 μM Trolox. g^{-1} de DPPH e 417.33 a 6592.00 μM Trolox. g^{-1} de ABTS); e minerais como Magnésio (5.33 a 7.77 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e Cálcio (4.64 a 11.67 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$). O acréscimo da BS e da FR, nas suas diferentes proporções, resultaram em melhoria da contribuição nutricional dos *cookies*, sobretudo nas concentrações mais altas de FR. Conclui-se que FR e BS, que associa o uso de matéria-prima vegetal rica em fibras e biomassa de microalgas, fonte de proteína, podem ser incorporadas em produtos como os *cookies*. Esta estratégia, além de reduzir o desperdício de alimentos, contribui para melhorar o perfil nutricional e de compostos bioativos.

Palavras-chave: desperdício de alimentos; pesquisa e desenvolvimento de alimentos; compostos bioativos; alimentação saudável; sustentabilidade.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the use of flour from the outer leaf of cabbage (CF) and biomass of *Spirulina* sp. (BS) to reduce food waste and improve the functional properties of cookies. Five formulations were produced, one control (CC) and the others enriched with 0.5% of BS and RR in different percentages in relation to the weight of wheat flour, being 5% (CBR5), 10% (CBR10), 15% (CBR15) and 20% (CBR20). The

physicochemical analyses, color, total carotenoids, antioxidant and mineral activity of RR, BS and enriched cookies were investigated. The incorporation of raw materials in enriched cookies, when compared to CC, promoted a significant increase in the following indicators: humidity (7.00 to 9.08%), proteins (5.42 to 6.35%), ash (1.81 to 2.45%), fiber (0.94 to 3.63%), carot total pre-cooking (6.74 to 12.20 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) and post-cooking (5.29 to 12.36 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), pre-cooking antioxidant activity (5.29 to 12.36 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), pre-cooking antioxidant activity (5.29 to 12.36 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), pre-cooking antioxidant activity (1841.00 to 8003.25 μM DPPH Trolox. g^{-1} and 164.00 to 4034.67 μM ABTS Trolox. g^{-1}) and ABTS powders -coction (6618.00 to 11769.00 μM DPPH Trolox. g^{-1} and 417.33 to 6592.00 μM Trolox. g^{-1} ABTS); and minerals such as Magnesium (5.33 to 7.77 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) and Calcium (4.64 to 11.67 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$). The increase in BS and RF, in their different proportions, resulted in an improvement in the nutritional contribution of cookies, especially at the highest concentrations of RF. It is concluded that FR and BS, which associates the use of vegetable raw material rich in fibers and microalgae biomass, a source of protein, can be incorporated into products such as cookies. This strategy, in addition to reducing food waste, contributes to improving the nutritional profile and bioactive compounds.

Keywords: food waste; food research and development; bioactive compounds; healthy eating; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A perda e o desperdício de alimentos constituem um desafio global, estimando-se que cerca um terço da produção mundial de alimentos não é consumido. Entre as diferentes *commodities* perdidas, as frutas e as hortaliças têm destaque, sobretudo nos países em desenvolvimento (FAO, 2019). Cabe salientar que frutas e hortaliças compreendem um grupo de grande interesse na perspectiva da saúde, tanto pela contribuição em macronutrientes quanto pela presença de compostos bioativos. (FAO, 2020; AUNE et al., 2017; LIU, 2013)

Neste sentido, há uma tendência para a produção de alimentos mais saudáveis (BHAT, WANI e HAMDANI, 2020). O consumo de novos itens alimentícios com características de promoção a saúde tem constituído uma alternativa para a redução do desperdício de alimentos, pelo desenvolvimento de coprodutos, que podem incluir fontes vegetais (STRATI e OREOPOULOU, 2014). Diante deste fato, a obtenção de farinhas de descarte de vegetais é uma técnica estratégica, com o intuito de utilizá-las na elaboração de produtos de panificação e massas alimentícias, ampliando a oferta de produtos funcionais (ANTONIEWSKA, RUTKOWSKA e PINED, 2019; GUIMARÃES et al., 2010).

Os produtos de panificação, como os *cookies*, são aceitos mundialmente e consumidos por todas as faixas etárias, por possuírem uma vida útil extensa, boa palatabilidade e serem “prontos para o consumo, tornando-se excelentes produtos para aplicação de materiais de enriquecimento (CHENG e BHAT, 2016; FASOLIN et al., 2007). Neste contexto, a utilização de matrizes alimentares desperdiçadas, torna-se bastante oportuna e promissora.

Alimentos ricos em nutrientes e compostos com propriedades funcionais, de alto valor protéico e contendo vitaminas, minerais, fibras, carotenoides, glucosinolatos e outras moléculas bioativas, representam formas alternativas de utilização, com potencial de agregar valor nutricional e benefícios aos produtos enriquecidos (NASCIMENTO, 2015; BATISTA et al., 2017; BATISTA et al., 2017). Além da utilização de alimentos convencionais, existem alimentos não convencionais que se destacam pelo aproveitamento de partes usualmente não comestíveis, mas de valor nutricional relevante (GARRONE et al., 2014).

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é um dos mais importantes vegetais cultivados em todo o mundo. Possui muitos benefícios devido às suas propriedades nutricionais e níveis de compostos bioativos, entre eles níveis de açúcares e proteínas solúveis, vitaminas, bem como fenólicos, ácido ascórbico, carotenoides e glucosinolatos que atuam como agentes de proteção contra o câncer e possuem atividades antioxidantes (ZHAO et al., 2019). As folhas externas do repolho, geralmente desprezadas, e que possuam potencial de consumo, podem ser utilizadas como fonte alternativa de alimento, contribuindo para redução das perdas e desperdícios, agregando valor e sustentabilidade a coprodutos.

Outra fonte alimentar capaz de agregar importante valor nutricional é a biomassa de microalgas. Dentre as microalgas de maior interesse, tem-se a *Spirulina* sp., que compreende um grupo de cianobactérias, de coloração azul-esverdeada, devido à capacidade fotossintetizante (OLIVEIRA et al., 2013). Apresenta amplo consumo, como suplemento nutricional, em virtude do alto teor protéico (até 60%), vitamínico, de minerais e de pigmentos antioxidantes, sendo categorizada como um superalimento, devido seu alto teor de nutrientes, que afetam positivamente a saúde humana (BATISTA et al., 2017; LIESTIANTY et al., 2019).

Deste modo, o presente trabalho objetivou elaborar e caracterizar um *cookie* enriquecido com farinha de folhas externas de repolho branco (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e microalga *Spirulina* sp., visando associar estratégias para redução do desperdício de alimentos e melhoria das propriedades funcionais da preparação alimentícia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS PARA ELABORAÇÃO DOS *COOKIES*

As matérias-primas utilizadas no estudo incluíram: farinha de trigo, açúcar, fermento, manteiga, baunilha, chocolate, sal e ovo, adquiridos no comércio local de Salvador, Bahia; biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18, obtida do Laboratório de Pescados e Cromatografia Aplicada (LAPESCA), da Universidade Federal da Bahia (UFBA); e folhas externas de repolho, sem valor comercial, mas próprias para consumo e/ou processamento, provenientes da doação de varejistas da cidade.

2.2. ELABORAÇÃO DA FARINHA DA FOLHA EXTERNA DE REPOLHO

A farinha de repolho (FR) foi obtida conforme metodologia descrita por Nascimento (2015), com adaptações. Foram adquiridas folhas externas de repolho e feita a seleção para retirada de folhas amolecidas e/ou danificadas. Posteriormente, foram higienizadas (hipoclorito de sódio 200 ppm) e branqueadas a 64 °C por 30 segundos. As folhas foram desidratadas em estufa de circulação de ar (Quimis, Brasil), a 60°C, por 24 horas. Em seguida foi feita a moagem, primeiramente em processador (Multiprocessador de alimentos Philips Walita, Brasil) e, posteriormente, em moedor de grãos (Moedor de grãos Cadence, Brasil), para redução da granulometria, com posterior separação do material de menor granulometria por meio de peneira. A farinha obtida foi embalada à vácuo e armazenada a -4 °C, ao abrigo da luz e do calor.

2.3 CULTIVO DE BIOMASSA DE *Spirulina* sp.

A *Spirulina* sp LEB 18 utilizada foi isolada na Lagoa da Mangueira (33° 30' 12'' S, 53° 08' 58'' W) (MORAIS et al., 2008), e cultivada em condições *outdoor*, com meio *Zarrouk* (COSTA et al., 2004), na planta piloto do Laboratório de Pescados e Cromatografia Aplicada da Faculdade de Farmácia - Universidade Federal da Bahia (Salvador - BA, Brasil; 12° 58'16 " S / 38° 30'30 " W) (JESUS et al., 2018). Após a produção, a biomassa obtida foi liofilizada a - 49°C por 48 horas (Liofilizador L 101, Liotop), sendo, em seguida, macerada em almofariz e peneirada a 32-mesh (abertura 500 mm/ μ m) para uniformização da granulometria.

2.4 ELABORAÇÃO DO *COOKIE*

Para elaboração dos *cookies* foi utilizada uma adaptação da formulação descrita por Canella-Rawls (2014). Inicialmente, foi feito o preparo com a adição dos ingredientes secos: farinha de trigo (enriquecida com Ferro e ácido fólico), farinha de descarte de repolho, biomassa de *Spirulina*, açúcar, fermento, sal e baunilha. Posteriormente, foi adicionada a manteiga e o ovo, procedendo-se a mistura dos ingredientes até obter uma massa homogênea que foi acrescida de chocolate. Em

seguida, a massa foi embalada em plástico filme (policloreto de vinila), acondicionada sob refrigeração por 20 minutos e, após este período, foi moldada com auxílio de uma forma circular (15x40 mm) e forneada a 180 °C por 10 minutos.

As proporções dos ingredientes utilizados nas formulações dos *cookies* estão apresentadas na Tabela 1. Foram produzidas cinco formulações sendo uma Controle (CC) e as demais enriquecidas com 0,5 % de BS e FR em percentuais diferentes em relação ao peso da farinha de trigo, sendo 5 % (CBR5), 10 % (CBR10), 15 % (CBR15) e 20 % (CBR20). Os percentuais de substituição das farinhas foram baseados em estudos realizados com *cookies* enriquecidos com farinha de frutas e vegetais (GALLA et al., 2017; CHENG e BHAT, 2016). O percentual de adição de *Spirulina* sp. não variou entre as formulações (0,5 % da preparação) e está abaixo do valor limite para consumo desse ingrediente, de 1,6 g/dia, estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2009).

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes usados nas formulações dos *cookies* controle e enriquecidos com biomassa de *Spirulina* e farinha de repolho.

Ingredientes (%)	Formulações				
	CC	CBR5	CBR10	CBR15	CBR20
Farinha de trigo	35.89	33.62	31.85	30.08	28.31
Farinha de repolho*	-	1.77	3.54	5.31	7.08
Biomassa de <i>Spirulina</i>	-	0.5	0.5	0.5	0.5
Açúcar (mascavo e refinado)	27.28	27.28	27.28	27.28	27.28
Chocolate	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36
Fermento químico	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Manteiga	14.36	14.36	14.36	14.36	14.36
Baunilha em pó	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Ovo	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18
Sal	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. *: Percentuais referentes à substituição da farinha de trigo.

2.5. PARÂMETROS FÍSICOS DOS COOKIES

As análises físicas de todos os *cookies* seguiram os procedimentos descritos no macro método 10-50D da *American Association of Cereal Chemists* - AACC (1995), no qual foram determinados peso, espessura e diâmetro aparente, antes e após o forneamento (pré e pós-cocção). As amostras foram pesadas em balança digital, marca Importar, modelo SF-400, com capacidade máxima de 10 kg e graduação de 1 g. A espessura e o diâmetro dos *cookies* foram determinados com auxílio de um paquímetro manual.

Após a obtenção do peso pré e pós-cocção, foram calculados o rendimento e o fator de cocção do produto final, segundo as Equações 1 e 2, respectivamente (MAURO; SILVA e FREITAS, 2010):

Equação 1: $\text{Peso pós-cocção} \times 100 / \text{Peso pré-cocção}$

Equação 2: $\text{Peso pós-cocção} / \text{Peso pré-cocção}$

2.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Todas as análises físico-químicas foram realizadas de acordo com metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi realizada por meio de secagem direta da amostra em estufa a 105° C. A atividade de água (aW) foi determinada por meio do medidor Aqualab Lite (Bras Eq) Decagon. Para realização das cinzas, a amostra foi seca inicialmente, para posterior incineração em mufla a 550° C. As proteínas foram avaliadas pelo método *Kjedahl* (fator = 6,25), lipídios pelo método de Extração etérea por *Goldfish* e carboidratos por diferença dos demais componentes.

O teor de fibra bruta foi obtido através do determinador automático de fibras (AKNON), pelo método de digestão ácida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Esta análise foi realizada no Laboratório de Análises Químicas da Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

O valor calórico total (VET) dos *cookies* foi calculado a partir dos coeficientes calóricos de Atwater correspondentes, sendo: para proteínas, 4 kcal.g⁻¹; para lipídeos: 9 kcal.g⁻¹; fração Nifext (como carboidratos): 4 kcal.g⁻¹, (1 kcal = 4,184 kJ) (MERRILL E WATT, 1973).

Todas as análises foram realizadas em triplicata: nas matérias-primas BS e FR e nos *cookies*.

2.6.1 TEXTURA

O texturômetro *Texture Analyzer Brookfield* (CT3, Estados Unidos da América) e o *software* TexturePro CT v1.4 Build 17 foram utilizados para medir a dureza dos *cookies*. O teste de dureza mede a força máxima necessária para penetração nos *cookies*, utilizando uma sonda cilíndrica de alumínio de 2.0 mm de diâmetro seguindo os parâmetros: velocidade de pré-teste: 1.0 mm/s; velocidade de teste: 3.0 mm/s; velocidade de pós-teste: 10 mm/s; distância 5.0 mm e força de disparo: 50 g. Foram realizadas dez medidas por cada amostra e os resultados foram calculados a partir das suas médias, sendo expressos em Newton (N) (PESTORIĆ et al., 2017).

2.6.2 COR

A cor da farinha de repolho, da biomassa de *Spirulina* sp. e dos *cookies* foram avaliadas utilizando o colorímetro CR-5 (Konica Minolta Sensing Inc., Japão) de acordo com seguintes parâmetros do sistema CIELAB: iluminante D65, ângulo de observação de 2° expresso em termos de luminosidade (L^*), variando de 0 (preto) a 100 (branco); a^* , características de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$); b^* , características de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$); croma (C^*); e ângulo de tonalidade (h°).

As amostras foram acondicionadas em vidro de relógio circular, de modo a ocupar todo o espaço disponível (cerca de 10 g), e em seguida foram realizadas cinco leituras de cor diretamente em pontos diferentes da mesma amostra, a 22-24 °C para evitar a interferência do ambiente.

2.7 CAROTENOIDES TOTAIS

A extração de carotenoides foi realizada a partir de 0.5 g de amostra de farinha de repolho ou biomassa de *Spirulina* sp. ou 5.0 g das amostras de *cookies* e, posteriormente, submetidas a triplicata de extrações em agitador orbital-shaker (CT 712, Cientec, São Carlos, São Paulo) por 30 minutos, a 35 °C, utilizando etanol como solvente e KOH etanólico a 10 % para saponificação simultânea. O extrato foi transferido para éter de petróleo, lavado com água destilada para remoção do álcali para posterior leitura em espectrofotômetro a 450 nm (UV/vis espectrofotômetro, Lambda 25, Perkin-Elmer, Ayer Rajah Crescent, Singapore) (MENDONÇA, 2014). Os extratos foram expressos em $\mu\text{g/g}$ de β -caroteno usando o coeficiente de absorvidade ($A^{1\%}_{1\text{ cm}}$) de 2592 (RODRIGUEZ-AMAYA e KIMURA, 2004).

2.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (RADICAL DPPH E ABTS)

Para realizar o teste de 2,2-difenil-1-picrihidrazil (DPPH), inicialmente, foi produzida uma solução de DPPH 0.06 mM em metanol. Em seguida, 1 mL dessa mistura foi diluída em metanol até ajuste da absorbância em espectrofotômetro (UV/vis espectrofotômetro, Lambda 25, Perkin-Elmer, Ayer Rajah Crescent, Singapore), de 1.81 nm \pm 0.010, a 517 nm. A determinação da atividade antioxidante total foi obtida a partir da mistura de 1 mL de extrato mais 3 mL de solução de DPPH que foi agitada em vórtex, por 1 minuto, e posteriormente colocada em repouso à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, por 100 minutos, para leitura da absorbância em espectrofotômetro a 517 nm (BRAND WILLIAMS, CUVELIER e BERSER, 1995).

Para realizar o teste de 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzeno-thiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), inicialmente, foi feito o preparo do radical ABTS. Essa mistura então, foi mantida em repouso à temperatura ambiente, ao abrigo da luz por 16 horas. Em seguida, 1 mL dessa mistura foi diluída em metanol até ajuste de absorbância em espectrofotômetro (UV/vis espectrofotômetro, Lambda 25, Perkin-Elmer, Ayer Rajah Crescent, Singapore) de 1.41 nm \pm 0.010, a 735 nm. A determinação da atividade

antioxidante total foi obtida a partir de 1 mL de extrato mais 3.9 mL do radical ABTS, que foi agitada em vórtex por 1 minuto e posteriormente mantida em repouso à temperatura ambiente ao abrigo da luz, por 6 minutos, para leitura em absorbância em espectrofotômetro, a 734 nm (RE et al., 1999).

O branco foi preparado com metanol; e o controle preparado apenas com DPPH ou ABTS e o solvente da amostra (metanol). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$, a capacidade antioxidante sendo equivalente ao Trolox padrão (5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid).

2.9 MINERAIS

A determinação de minerais: Ferro, Zinco, Cobre, Manganês, Magnésio e Cálcio, foi feita seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Inicialmente foram pesadas aproximadamente 0,4 g de amostra em balança analítica de precisão (Shimadzu AUY 220). As amostras foram submetidas à digestão ácida em forno microondas (Provecto Analítica DGT 100 Plus), utilizando uma mistura de 3 mL ácido nítrico 69.0 – 70.0 % (J. T. Baker UN2031) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (Merck KGaA) em frascos reatores de politetrafluoretileno (PTFE). Após a digestão, as amostras foram transferidas para balão volumétrico de 10 mL e avolumadas com água ultrapura mili-Q, produzida por equipamento de marca Milipore 5S. Em seguida foi preparada uma curva de calibração utilizando os pontos 0.01, 0.05, 0.8, 1.0, 1.5 e 2.0 mg/L. Estes pontos foram obtidos utilizando-se o padrão de 1000 ppm de cada elemento, que foi diluído para um intermediário de 100 mg/L. A leitura foi realizada em um Espectrofotômetro de absorção atômica (Varian AA 240), em triplicata de amostra e de leitura.

2.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos das análises foram expressos em média das variações e desvio padrão ($\bar{x}\pm\text{DP}$) e submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar a significância dos parâmetros. Foi aplicado o teste de Tukey ($p<0,05$) para comparar as diferentes formulações de *cookies*, utilizando o *GraphPad Prism v5* (GraphPad Software Inc., San Diego, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS *COOKIES* FORMULADOS

As médias das análises químicas e densidades energéticas da farinha de repolho (FR) e da biomassa da *Spirulina* sp. (BS) são apresentadas na Tabela 2. A FR apresentou teor de umidade compatível com os requisitos oficiais para farinhas

(máximo de 15.0) (BRASIL, 2005) e caracterizou-se por maior teor protéico (16.33 %) e de fibras (32.29 %) e menor teor de carboidratos (26.4 %) e valor energético (204.13 kcal.g⁻¹), em comparação com a farinha de trigo (10 %; 2 %; 76 %; 344.00 kcal.g⁻¹, respectivamente) (PHILIPPI, 2016). Como esperado, a farinha de repolho apresentou um teor de fibras superior ao da farinha de trigo, em virtude de ser utilizada no seu estado in natura sem sofrer a ação de beneficiamento maior, diferente do que ocorre nos grãos de trigo para produção de farinhas, que reduz o teor de fibras.

Tabela 2- Composição centesimal (%) e valor energético total (Kcal.g⁻¹) das matérias-primas e dos *cookies* formulados.

Determinações (%)	Matérias-prima	
	FR	BS
Umidade	9.59±0.19	10.88±0.04
Proteínas	16.33±0.22	40.49±2.26
Lipídios	3.69±0.23	0.48±0.06
Cinzas	11.76±0.35	7.52±0.10
Fibras	32.29±0.79	3.42±0.25
Carboidratos	26.4±1.07	37.21±1.87
VET	204.13±4.86	315.12±1.27

Determinações (%)	<i>Cookies</i> formulados				
	CC	CBR5	CBR10	CBR15	CBR20
Umidade	7.00±0.20 ^a	5.51±0.06 ^b	5.88±0.18 ^b	9.08± 0.21 ^c	8.75±0.55 ^c
Proteínas	5.42±0.00 ^a	5.60±0.00 ^b	5.60±0.00 ^b	6.15± 0.05 ^{bc}	6.35±0.05 ^c
Lipídios	18.61±0.43 ^a	17.34±0.32 ^a	19.11±0.05 ^{ab}	17.59±0.22 ^a	17.06±0.04 ^{ac}
Cinzas	1.81±0.03 ^a	2.21±0.08 ^b	2.04±0.10 ^{bc}	2.25±0.02 ^b	2.45±0.04 ^c
Fibras	0.94±0.43 ^a	1.88±0.36 ^b	2.45±0.10 ^{bc}	3.14±0.24 ^{cd}	3.63±0.19 ^d
Carboidratos	66.23±0.30 ^a	67.46±1.02 ^{ab}	64.93±0.21 ^a	61.79±0.16 ^b	61.76±0.64 ^b
VET	454.09±4.26 ^a	448.30±5.55 ^a	454.11±0.43 ^a	430.07±1.17 ^b	425.98±2.20 ^b

FR: Farinha de repolho e BS: Biomassa de *Spirulina* sp.; CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. VET: Valor energético total. Os valores foram expressos em médias ± desvio-padrão (n = 3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significante (p<0.05), de acordo com ANOVA e Teste de Tukey.

A composição centesimal da BS mostrou, para a maioria dos seus componentes, valores próximos a outras descrições da literatura, na área (LEMES et al., 2012; BOLANHO et al., 2014 e MACHADO et al. 2016). De modo distinto, verificou-se conteúdo de lipídios inferiores (0.48%) quando comparado com registros de Lemes et al. (2012) que indicaram valores entre 10.00 % a 10.77 %, Machado et al. (2016), de 7.70 %, e Bolanho et al. (2014), de 6.17 %. Essas diferenças podem sinalizar que as diferentes localizações geográficas e o período climático afetam o crescimento e a qualidade da biomassa, no que diz respeito à sua composição química (DE JESUS, 2018).

A Tabela 2 apresenta a composição centesimal média dos *cookies* formulados. As amostras de *cookies* apresentaram de 7.00% a 9.08% de umidade, destacando valores mais altos para as formulações com maiores percentuais de FR (CBR15 e CBR20). Este

resultado pode estar relacionado ao maior teor de fibras destes *cookies*, aos quais podem estar implicadas em uma maior capacidade de absorção de água e retenção pós-cocção (SHARMA e GUJRAL, 2014).

Os valores de proteína também aumentaram ($p < 0,05$), o que pode ser associado, tanto à adição da BS em concentração constante, quanto à incorporação da FR em percentuais crescentes - destaque para as amostras CBR15 e CBR20, que registraram aumento de 13.47 % e 17.16 %, respectivamente, quando comparadas ao CC. Galla et al. (2017) e Santana et al. (2011) também observaram aumento gradativo em suas formulações de *cookies* utilizando farinha de espinafre (5%, 10% e 15%) e de casca do maracujá amarelo e fécula de mandioca (17.5%), respectivamente. Bolanho et al. (2014), observaram um aumento de 4.50 % no teor protéico de seus *cookies* produzidos com 20 % de um “mix” de farinha (composta de mandioca, soja e palma de pêssego) e 2 % de biomassa de *Spirulina platensis* quando comparado ao *cookie* controle.

Quanto aos teores lipídicos, não houve diferença significativa ($p > 0.05$) entre os *cookies* enriquecidos e o CC. Este fato já era esperado, uma vez que a matéria-prima utilizada para substituir a farinha de trigo em diferentes proporções (FR) possui teores de lipídios próximos ao da farinha de trigo (2 %) (PHILIPPI, 2016). Resultados semelhantes foram observados por pesquisadores que também utilizaram farinhas de coprodutos vegetais como substitutos da farinha de trigo (SANTANA et al., 2011; BOLANHO et al., 2014; SHARMA e GUJRAL, 2014).

Os teores de cinzas e de fibras aumentaram na medida em que houve incremento dos percentuais de FR nas formulações, observando-se diferença significativa em todas as formulações enriquecidas em relação ao CC. Para as fibras, os maiores percentuais foram encontrados nas formulações CBR15 e CBR20, refletindo, sobretudo, o aporte benéfico oriundo da FR utilizada. Cheng e Bhat (2016), ao elaborar *cookies* com 100% de farinha de leguminosa (*Pithecellobium jiringa* Jack.), encontraram níveis de 2.03% de fibra alimentar. Singh et al. (2015), por sua vez, analisaram o teor de fibra alimentar em *cookies* otimizados com farinha de sorgo e *Spirulina platensis* e obtiveram valores de 4.50%.

Quanto às análises físicas e químicas pré e pós-cocção, a Tabela 3 registra os resultados médios encontrados nos *cookies* formulados. Os pesos e diâmetros dos *cookies* formulados pré-cocção, assim como os pesos pós-cocção, não apresentaram diferença significativa, exceto entre CBR10 e CBR15, demonstrando um perfil de homogeneidade na moldagem nos *cookies*. Diferenças observadas pós-cocção, provavelmente decorreram de interferências das matérias-primas (FR e BS) incorporadas.

Tabela 3- Análises físicas e químicas dos *cookies* formulados

Determinações		Cookies formulados				
		CC	CBR5	CBR10	CBR15	CBR20
Peso (g)	Pré-cocção	10.00±0.00 ^a	10.00±0.00 ^a	10.00±0.00 ^a	10.00±0.00 ^a	10.00±0.00 ^a
	Pós-cocção	9.33±0.58 ^a	9.20±1.00 ^a	8.80±0.00 ^{ab}	9.47±0.58 ^{ac}	9.20±0.00 ^a
Diferença (g)*	-	-0.67±0.47 ^a	-0.80±0.57 ^b	-1.20±0.85 ^c	-0.53±0.37 ^d	-0.80±0.57 ^b
Espessura (mm)	Pré-cocção	6.00±0.00 ^a	6.40±1.00 ^b	5.60±0.00 ^{cb}	5.87±0.58 ^{ab}	6.00±0.00 ^a
	Pós-cocção	6.93±0.58 ^a	6.80±0.00 ^{ab}	6.13±0.58 ^b	6.40±0.00 ^{ab}	6.53±0.58 ^{ab}
Diferença (mm)*	-	0.93±0.66 ^a	0.40±0.28 ^b	0.52±0.37 ^c	0.53±0.37 ^c	0.53±0.37 ^c
Diâmetro (mm)	Pré-cocção	16.40±1.00 ^a	16.13±1.15 ^a	16.40±0.00 ^a	16,40±1.00 ^a	16.27±0.58 ^a
	Pós-cocção	22.27±1.15 ^a	23.33±1.15 ^a	23.33±2.08 ^a	22.27±1.15 ^a	20.40±0.00 ^b
Diferença (mm)*	-	5.87±4.15 ^a	7.20±5.09 ^b	6.93±4.90 ^c	5.87±4.15 ^a	4.13±2.92 ^d
Rendimento (%)	-	93.33±2.31 ^a	92.00±4.00 ^a	88.00±0.00 ^{ab}	94.67±2.31 ^{ac}	92.00±0.00 ^a
Fator de cocção	-	0.93±0.02 ^a	0.92±0.04 ^a	0.88±0.00 ^{ab}	0.95±0.02 ^{ac}	0.92±0.00 ^a
aW	-	0.57 ±0.01 ^a	0.59 ±0.00 ^{bc}	0.55 ±0.00 ^b	0.58 ±0.00 ^a	0.68 ±0.00 ^c
Acidez titulável	Pré-cocção	2.57±0.64 ^a	1.00±0.00 ^{bc}	1.00±0.00 ^{bc}	1.50±0.71 ^{ac}	4.40±0.00 ^c
	Pós-cocção	4.03±1.27 ^a	3.50±0.71 ^{ac}	2.00±0.00 ^{bc}	3.33±0.58 ^{ac}	4.03±0.64 ^a
pH	Pré-cocção	6.70±0.02 ^a	6.32±0.02 ^b	6.25±0.05 ^b	6.08±0.07 ^c	6.05±0.01 ^c
	Pós-cocção	6.55±0.04 ^a	6.20±0.02 ^b	5.92±0.04 ^b	5.94±0.04 ^c	5.98±0.04 ^c
Dureza (N)	-	7.81±203.54 ^a	4.98±123.55 ^{bc}	6.13±88.72 ^b	5.56±71.54 ^b	5.31±74.72 ^b

CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. aW: Atividade de água. Os valores foram expressos em médias ± desvio-padrão (n = 3), textura (n=10). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa (p<0,05), de acordo com ANOVA e Teste de Tukey. *: (Amostras pós-cocção - Amostras pré-cocção).

A diferença entre a espessura dos *cookies* pré e pós-cocção, apresentou similaridade entre as amostras formuladas, à medida que as matérias-primas foram incorporadas. No entanto, quanto à diferença entre o diâmetro pré e pós-cocção das amostras enriquecidas, houve redução dos valores com diferença significativa. Para ambas as determinações, avalia-se que este comportamento dos *cookies* experimentais foi ocasionado pela maior quantidade de materiais fibrosos, que dão maior consistência à massa, evitando o seu espalhamento (LIMA et al., 2015). Esses dados corroboram com os encontrados por Yang, Guo e Zhao (2020) aos quais produziram formulações de *cookies* adicionadas de farinha de malte de trigo e encontraram valores de diâmetro

similares a formulação controle, bem como a diminuição significativa dos valores das espessuras.

Os valores de rendimento e fator de cocção dos *cookies*, apesar de serem todos elevados, não apresentaram diferença significativa em relação à formulação controle, nem entre as amostras, diferindo apenas as CBR10 e CBR15 entre si. Esse resultado é positivo, pois permite que proporções similares de ingredientes de uma formulação controle sejam utilizadas em um produto enriquecido e inovador, sem promover alteração de rendimento no produto final.

Quanto à atividade de água (aW), os valores nas formulações variaram entre 0.55 ± 0.00 a 0.68 ± 0.00 , observando-se que a maioria das amostras apresentou valores superiores à formulação controle, à medida que a FR foi incorporada, com diferença significativa entre si. Este resultado provavelmente decorre da maior capacidade das fibras reterem moléculas de água. Similarmente, Desai et al. (2020), que adicionaram café *in natura* triturado em suas amostras de *cookies*, verificaram aW superiores em comparação ao controle.

Quanto às análises químicas (Tabela 3), observa-se que os *cookies* formulados apresentaram a maioria dos valores de acidez titulável pré-cocção menores quando comparados ao CC, exceto para o CBR20. Já os valores de pH, tanto pré como pós-cocção, houve uma redução significativa quando comparados à amostra controle. Em geral, houve aumento da acidez das amostras, após a cocção, provavelmente em função da perda de umidade e da ação do calor sobre os compostos químicos (MAURO; SILVA e FREITAS, 2010; SANTANA et al., 2011)

De acordo com Niccolai et al., 2019, a *Spirulina* possui um comportamento acidificante, o que também pode contribuir para a redução do pH das amostras, tornando-as levemente ácidas, conferindo proteção, dado que meios ácidos restringem a proliferação de microrganismos. Resultados diferentes foram relatados por Niccolai et al. (2019), pois a *Spirulina*, mesmo possuindo comportamento acidificante não foi capaz de reduzir os valores de pH e acidez titulável das amostras de *crostini* fermentadas.

Ainda na Tabela 3, são apresentadas as médias dos valores de dureza obtidos para os *cookies*. Houve variações entre os *cookies* formulados com FR e BS, porém todos apresentaram dureza inferior ao *cookie* controle. Estas variações podem decorrer de alguns fatores, como a própria característica da amostra em ser imperfeita, apresentando ranhuras. Além disso, a redução dos percentuais em relação ao peso da farinha de trigo nos *cookies* enriquecidos proporcionou a redução da dureza nas amostras, o que pode estar relacionada à degradação estrutural do amido, contribuindo assim para a formação de uma matriz mais fraca nos *cookies*, ocasionando numa textura mais macia (CHAUHAN, SAXENA e SINGH, 2015). Esses resultados corroboram com o estudo de Yang, Guo e Zhao (2020) que ao elaborar formulações adicionadas de farinha de

malte de trigo, verificaram uma redução dos valores de dureza, igualmente associada à degradação estrutural do amido, à medida que a sua farinha foi incorporada.

3.2 ANÁLISES DE COR DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS *COOKIES* FORMULADOS

A Tabela 4 indica as médias dos parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e h°) das matérias-primas. A FR apresentou luminosidade (L^*) escura, coloração (a^* e b^*) vermelha e amarela respectivamente, uma baixa saturação (C^*) e ângulo Hue (h°) indicando a tonalidade amarelada. A BS apresentou luminosidade (L^*) mais escura em relação a FR, coloração (a^* e b^*) verde e amarela respectivamente, uma menor saturação (C^*) e ângulo Hue (h°) indicando tonalidade esverdeada, conforme demonstrados na Figura 1.

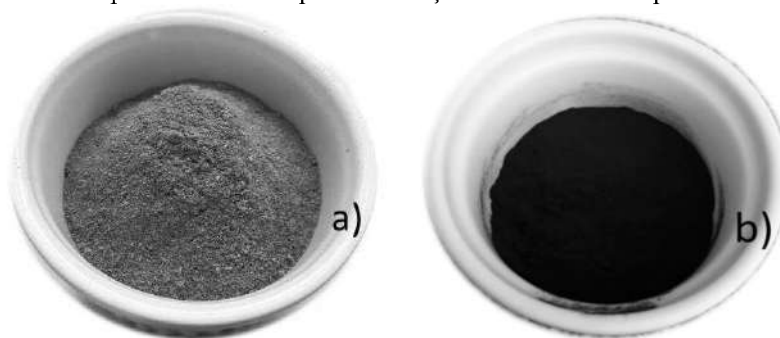
Tabela 4 – Parâmetros de cor das matérias-primas e dos *cookies* formulados antes e após cocção

Determinações		Matérias-primas				
		FR		BS		
L^*		43.76±0.70		24.45±0.73		
a^*		1.81±0.25		-10.26±0.56		
b^*		20.95±0.64		7.36±0.73		
C^*		21.03±0.66		12.63±0.85		
h°		84.98±0.53		144.40±1.57		

Determinações		<i>Cookies</i> formulados				
		CC	CBR5	CBR10	CBR15	CBR20
L^*	Pré-cocção	52.91±1.58 ^a	36.99±0.71 ^b	34.72±0.87 ^b	29.34±0.83 ^c	35.89±3.02 ^b
	Pós-cocção	48.99±3.17 ^a	44.29±1.86 ^{ac}	38.36±3.37 ^{bc}	37.49±0.96 ^b	37.21±1.24 ^b
a^*	Pré-cocção	7.44±0.47 ^a	-3.29±0.49 ^b	-1.27±0.17 ^c	-0.98±0.01 ^c	-0.51±0.91 ^c
	Pós-cocção	10.11±0.96 ^a	2.36±0.31 ^b	3.47±0.27 ^b	3.06±0.26 ^b	3.28±0.52 ^b
b^*	Pré-cocção	22.81±1.62 ^a	12.35±0.52 ^b	11.12±0.26 ^{bc}	9.96±0.48 ^c	7.47±0.54 ^d
	Pós-cocção	21.27±0.18 ^a	17.01±1.08 ^{bc}	13.87±2.92 ^b	13.66±0.59 ^b	10.87±0.83 ^{bd}
C^*	Pré-cocção	23.96±1.58 ^a	12.78±0.59 ^b	11.20±0.27 ^{bc}	10.01±0.48 ^c	7.52±0.53 ^d
	Pós-cocção	23.56±0.25 ^a	17.18±1.11 ^b	14.32±2.76 ^{bc}	14.00±0.61 ^{bc}	11.37±0.65 ^c
h°	Pré-cocção	71.89±0.96 ^a	104.87±1.78 ^b	96.49±0.78 ^{bc}	95.65±0.24 ^c	93.94±7.00 ^c
	Pós-cocção	64.59±2.28 ^a	82.11±0.65 ^b	75.48±3.97 ^{bc}	77.39±0.81 ^{bc}	73.08±3.78 ^c

FR: Farinha de repolho e BS: Biomassa de *Spirulina* sp.; CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. Os valores foram expressos em médias ± desvio-padrão (n = 3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significante (p<0,05), de acordo com ANOVA e Teste de Tukey.

Figura 1. Matérias-primas utilizadas para elaboração dos *cookies* enriquecidos.



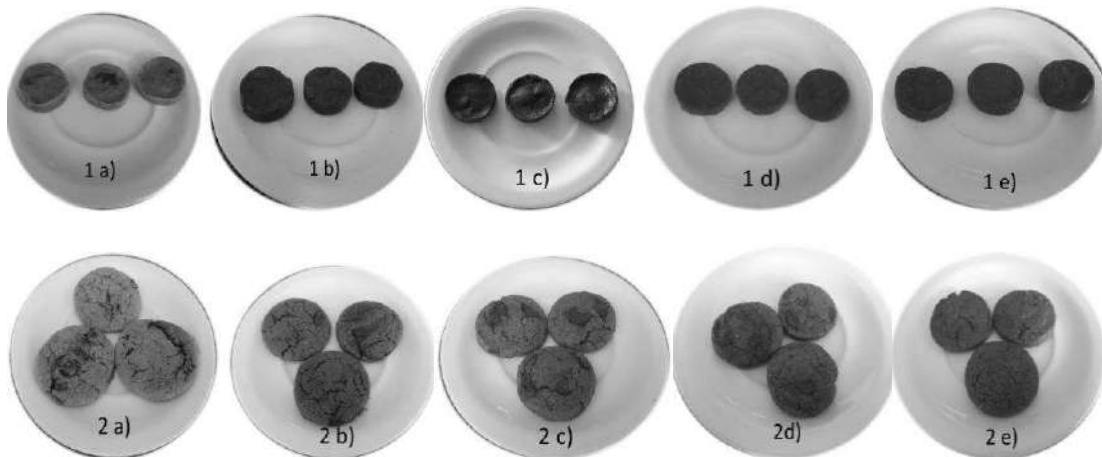
a) Farinha de repolho triturada. b) Biomassa de *Spirulina* sp. liofilizada.
Fonte: Autoria própria

Galla et al. (2017) observaram parâmetros de cores diferentes na produção de farinha de espinafre, utilizando temperatura de secagem de 55 ± 2 °C por 8 h. Os valores encontrados de L^* , a^* e b^* foram 55.33; -3.35 e 13.91 respectivamente, demonstrando uma amostra mais clara, verde e menos amarelada, quando comparada com a FR. A variação desses parâmetros pode ser atribuída ao menor tempo e temperatura empregados na farinha de espinafre, além das características inerentes à própria espécie de folhas. Resultados divergentes também foram encontrados por Pohndorf et al. (2016) ao utilizar biomassa de *Spirulina* sp. produzida com temperatura de secagem de 55 °C por 210 ± 5 min quando comparada com a BS do presente estudo. A média dos parâmetros L^* , a^* e b^* encontrados pelos autores foram 30.90 ± 0.40 ; -3.75 ± 0.04 e 17.69 ± 0.69 , respectivamente, o que demonstra característica mais clara, menos esverdeada e mais amarelada podendo ser atribuído a oxidação dos pigmentos devido ao efeito do método de secagem.

Os parâmetros de cor dos *cookies* formulados, tanto na pré como na pós-cocção, são registrados na Tabela 4 e ilustrados na Figura 2. No parâmetro L^* para as amostras pré como pós-cocção, houve diferença significativa quando comparada ao controle. À medida em que as matérias-primas (BS e FR) foram adicionadas, observou-se redução da luminosidade, demonstrando amostras mais escuras. Para a coloração a^* , as amostras pré e pós-cocção apresentaram diferença significativa quando comparadas ao CC, observando-se: na pré-cocção, a incorporação da BS e FR promoveu uma coloração esverdeada e após o forneamento, devido à reação de *Maillard*, a coloração dos *cookies* se apresentou avermelhada. A variação do parâmetro b^* revelou uma tonalidade amarelada para as amostras (pré e pós-cocção). Esse mesmo comportamento foi perceptível para os valores médios da saturação (C^*) - à medida que se intensificou a quantidade de BS e FR, esses valores reduziram, o que favorece a percepção de cores distintas pelos consumidores para um mesmo produto (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Para o ângulo Hue (h°), apesar das amostras possuírem diferença estatística, todas se apresentaram amareladas, com uma tendência para os tons avermelhados, devido à diminuição da angulação, indicando também uma provável ação do

forneamento na degradação da clorofila presente na BS e FR (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; NICCOLAI et al., 2019).

Figura 2. Cookies formulados padrão e enriquecidos com diferentes proporções de FR e BS.



Legenda: 1a) CP pré-cocção; 1b) CBR5 pré-cocção; 1c) CBR10 pré-cocção; 1d) CBR15 pré-cocção; CBR20 pré-cocção; 2a) CP pós-cocção; 2b) CBR5 pós-cocção; 2c) CBR10 pós-cocção; 2d) CBR15 pós-cocção; 2e) CBR20 pós-cocção.
Fonte: Autoria própria.

Resultados bastante semelhantes foram observados por Galla et al. (2017) e por Bolanho et al. (2014) ao produzirem *cookies* com farinha de espinafre e *cookies* com *Spirulina platensis*, respectivamente. Os *cookies* com farinha de espinafre (5 %, 10 % e 15 %) registraram parâmetros que variaram amplamente com o aumento da adição da matéria-prima, promovendo amostras escuras ($L^* = 47.96$ a 40.74), coloração vermelha ($a^* = 1.52$ a 0.40) com diminuição da tonalidade amarela ($b^* = 14.26$ a 4.42). Já os *cookies* enriquecidos com *Spirulina platensis* (2 % e 5 %) também obtiveram seus parâmetros diminuídos à medida que a biomassa foi adicionada: L^* (38.1 ± 2.5 e 34.5 ± 2.1), a^* (10.9 ± 0.8 e 9.5 ± 0.9) e b^* (23.8 ± 1.9 e 21.0 ± 1.9). A partir desses resultados, pode-se observar que a incorporação das matérias-primas contribuiu também para um efeito de escurecimento das amostras assim como evidenciado no presente estudo.

3.3 CAROTENOIDES TOTAIS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS COOKIES FORMULADOS

As médias dos valores de carotenoides das matérias-primas são descritas na Tabela 5, indicando que a FR apresentou um maior teor em relação à BS, ambas consideradas boas fontes de carotenoides, aos quais possuem importância na saúde humana por possuírem propriedades antioxidantes e serem precursores da vitamina A (RODRÍGUEZ-AMAYA et al., 2008). Esses resultados corroboram com os achados por Nascimento (2015), de $343.78 \mu\text{g.g}^{-1}$ de carotenoides a partir da farinha de descarte de

repolho, e por Mendonça (2014), de 250.71 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de carotenoides em biomassa de *Spirulina* sp..

Tabela 5 – Carotenoides totais ($\mu\text{g.g}^{-1}$) das matérias-primas e dos *cookies* formulados antes e após cocção

		Matérias-primas				
		FR		BS		
Carotenoides totais ($\mu\text{g.g}^{-1}$)		347.39 \pm 5.58		229.57 \pm 4.38		

		Cookies formulados				
		CC	CBR5	CBR10	CBR15	CBR20
Carotenoides totais ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Pré-cocção	6.74 \pm 0.89 ^a	7.06 \pm 1.19 ^a	8.25 \pm 1.54 ^{ac}	10.31 \pm 1.05 ^{bc}	12.20 \pm 0.80 ^b
	Pós-cocção	5.29 \pm 0.35 ^a	8.77 \pm 0.38 ^b	8.88 \pm 1.07 ^b	10.71 \pm 0.35 ^c	12.36 \pm 0.42 ^c

FR: farinha de repolho; BS: biomassa de *Spirulina* sp.; CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. Os valores foram expressos em médias \pm desvio-padrão (n=3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$), de acordo com ANOVA e Teste de Tukey.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados de carotenoides dos *cookies* formulados. A incorporação da farinha de descarte de repolho e da biomassa de *Spirulina* sp. promoveu um acréscimo gradativo do teor de carotenoides, nas amostras pré-cocção, com aumento significativo do teor de carotenoides em todos os *cookies*, pós-cocção, destacando o benefício das matérias-primas utilizadas.

Vale salientar que a ação do forneamento não promoveu degradação de carotenoides das amostras. As quantidades crescentes de FR incorporadas nas formulações dos *cookies*, além de adicionarem carotenoides, promoveram maior proteção, devido, ao alto teor de polifenóis presentes (Nawaz, Shad e Rauf, 2017; Rodríguez-Amaya et al., 2008). Além disso, Murador, Mercadante e Rosso (2016) ressaltam que as técnicas de cocção que utilizam o ar aquecido, como o forneamento, estão provavelmente associadas com a inativação da polifenol oxidase pelo aquecimento, que promoveram a inibição da degradação dos polifenóis em repolhos.

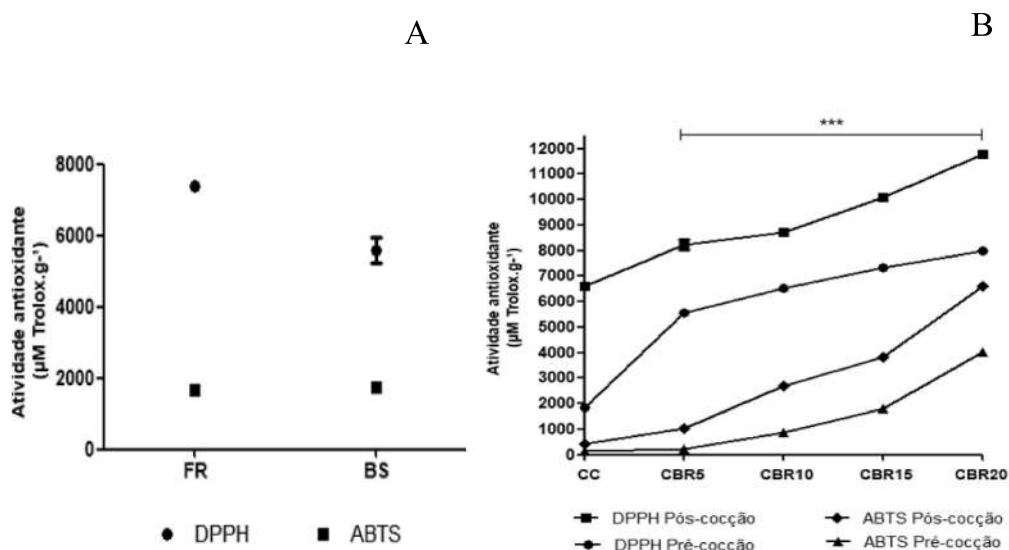
Bhat, Wani e Hamdani (2020), de modo distinto, ao elaborar duas formulações de biscoitos, com licopeno bruto e com farinha de tomate, relataram a degradação de carotenoides, devido ao forneamento, com índices entre 20-27.19 % e 38-38.41 %, respectivamente.

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS COOKIES FORMULADOS

A Figura 3 indica as médias das atividades antioxidantes das matérias-primas e dos *cookies* formulados, respectivamente, constatando-se que através do método de DPPH foi possível obter resultados superiores na capacidade antioxidante, tanto nas

matérias-primas quanto nos *cookies* formulados, quando comparados aos da técnica por ABTS. Cada método utilizado para realizar a atividade antioxidante apresenta suas particularidades. Na literatura, dificilmente, um único método é capaz e específico para representar, em determinada amostra, a verdadeira atividade antioxidante. A determinação envolve muitos fatores como, tipos de radicais e o tipo e a polaridade do solvente utilizado. Ainda, deve-se pontuar a presença de outros compostos nas soluções testadas, que podem ocasionar interferências nos resultados (RUFINO et al., 2007; FRANKEL e MAYER, 2000).

Figura 3. Atividade antioxidante das matérias-primas e dos *cookies* formulados pré e pós-cocção



Legenda: A: Atividade antioxidante das matérias-primas. FR: farinha de repolho. BS: biomassa de *Spirulina* sp.. Capacidade antioxidante dos *cookies* formulados. CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazil. ABTS: (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid). Os valores foram expressos em médias \pm desvio-padrão (n=3). *** p<0.0001 em relação ao CP, de acordo com ANOVA e Teste Tukey.

Por DPPH, a FR apresentou valor superior de atividade antioxidante quando comparada à BS (7393.75 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ e 5584.25 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$, respectivamente). Porém na determinação por ABTS, as matérias-primas apresentaram resultados quase similares (FR= 1649.67 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ e BS= 1744.17 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$) (Figura 3A). Nawaz, Shad e Rauf (2017) relatam que as folhas de repolho apresentam alta concentração de componentes polares que são extraídos a depender do solvente e técnicas utilizadas.

Bolanho et al. (2014) ao estudar o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante da *S. platensis* pelos métodos de DPPH, ABTS e FRAP (*Ferric reduction power*), encontrou altos teores de compostos fenólicos e consequentemente resultados elevados quanto à capacidade antioxidante, pelo método de DPPH, quando comparado aos demais. Como os compostos fenólicos possuem capacidade antioxidante e são capazes de inibir a peroxidação lipídica, o extrato alcoólico da sua biomassa inibiu essa peroxidação de forma mais significativa, já que estas são responsáveis por causar danos e destruição celular (GERSHWIN e BELAY, 2007). Esses achados concordam com os resultados do presente estudo, quanto à maior capacidade antioxidante ter sido avaliada pela técnica de DPPH.

Para os *cookies* formulados, pode-se observar (Figura 3B) que o DPPH também foi capaz de interagir com mais compostos, resultando assim em uma maior capacidade antioxidante, quando comparado com o método por ABTS. As amostras CC pré e pós-cocção registraram menor atividade antioxidante, para ambos os métodos (1841.00 e 6618.00 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ e 164.00 e 417.33 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ de DPPH e ABTS, respectivamente), em relação às formulações enriquecidas. Quando da adição da FR e a BS, verificou-se aumento significativo da atividade antioxidante em todas as formulações de *cookies*. Esses valores, variaram de 5556.00 a 8003.25 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ e 239.00 a 4034.67 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para as amostras pré-cocção de DPPH e ABTS, respectivamente e variando de 8224.00 a 11769.00 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ e 1022.67 a 6592.00 $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ para as amostras pós-cocção de DPPH e ABTS, respectivamente.

Estes resultados demonstram a contribuição positiva da adição da FR e BS, assim como nas amostras de *cookies* enriquecidos com um “Mix” de farinha e biomassa de *Spirulina platensis* produzidas por Bolanho et al. (2014). A ação do forneamento também contribuiu para a obtenção dos resultados elevados, dado que as amostras pós-cocção apresentaram maiores valores, quando comparadas àquelas pré-cocção. Sharma e Gujral (2014) reportaram esse mesmo efeito nas suas amostras de *cookies* acrescidos de farinha de cevada, pois a ação do forneamento potencializa a capacidade de reagir com o radical antioxidante devido à formação de pigmentos escuros promovidos pela reação de *Maillard*, que também possuem potencial de atividade antioxidante, justificando esse mesmo efeito encontrado no presente estudo.

3.5 ANÁLISE DE MINERAIS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS *COOKIES* FORMULADOS

A composição mineral das matérias-primas e dos *cookies* enriquecidos são apresentados na Tabela 6, respectivamente. Para a maioria das formulações, verificou-se diferença significativa entre o *cookie* controle e os *cookies* enriquecidos, evidenciando-se um efeito positivo nos minerais analisados, com o incremento das matérias-primas.

Tabela 6 - Minerais (mg.100g⁻¹) das matérias-primas e dos *cookies* formulados

Minerais (mg.100g ⁻¹)	Matérias-primas				
	FR	BS			
Fe	8.99±0.16	32.63±1.10			
Zn	1.69±1.25	0.68±0.06			
Cu	0.31±0.00	0.29±0.15			
Mn	3.36±0.01	0.48±0.01			
Mg	21.77±0.23	7.90±0.11			
Ca	123.16±0.68	11.16±0.99			

Minerais (mg.100g ⁻¹)	<i>Cookies</i> formulados				
	CC	CBR5	CBR10	CBR15	CBR20
Fe	5.13±0.32 ^a	4.43±0.29 ^{ab}	5.70±0.02 ^{ac}	5.46±0.55 ^{ac}	6.54±0.66 ^c
Zn	0.77±0.03 ^a	0.75±0.03 ^a	0.69±0.05 ^a	0.63±0.05 ^a	0.78±0.09 ^a
Cu	0.25±0.01 ^a	0.21±0.04 ^a	0.22±0.02 ^a	0.27±0.02 ^a	0.34±0.00 ^b
Mn	0.56±0.00 ^a	0.44±0.02 ^b	0.51±0.00 ^c	0.49±0.01 ^{cd}	0.53±0.02 ^{ac}
Mg	5.33±0.03 ^a	6.07±0.53 ^b	7.56±0.11 ^c	7.10±0.02 ^{cd}	7.77±0.38 ^{ce}
Ca	4.64±0.37 ^a	7.34±0.39 ^b	8.29±0.31 ^c	9.55±0.12 ^d	11.67±0.02 ^e

FR: farinha de repolho; BS: biomassa de *Spirulina* sp.; CC: *Cookie* controle; CBR5: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 5 % de farinha de repolho; CBR10: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 10 % de farinha de repolho; CBR15: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 15 % de farinha de repolho; CBR20: *Cookie* enriquecido com biomassa de *Spirulina* sp. e 20 % de farinha de repolho. Os valores foram expressos em médias ± desvio-padrão (n=3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa (p<0,05), de acordo com ANOVA e Teste de Tukey.

Em relação ao ferro (Fe), o *cookie* CBR20 foi a única formulação que apresentou diferença significativa quando comparada ao CC. Apesar da matéria-prima BS apresentar um valor elevado desse micronutriente quando comparado a FR, a quantidade utilizada de BS não contribuiu para aumentar este teor em todas as formulações. Nas formulações com menor nível de FR a redução do conteúdo de Fe resulta da incorporação dos demais ingredientes de menor conteúdo de Fe, que diminui a concentração deste mineral, em termos proporcionais. Ressalta-se que o consumo de 100 g da formulação CBR20 apresenta quase a totalidade da ingestão diária recomendada (DRIs) dos teores de Fe para a faixa etária de 9 a 13 anos que é de 8 mg (INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD, 2002). Além disso, a formulação pode ser classificada com alto conteúdo de ferro, uma vez que corresponde de 36.33 % a 81.75 % das *Dietary Reference Intake* (DRIs) para faixa etária de 9 a 70 anos de ambos os sexos (BRASIL, 2012).

O ferro é importante para a constituição da hemoglobina e da mioglobina, ambas proteínas responsáveis pelo transporte de oxigênio dos pulmões para as células e da oxigenação dos músculos, respectivamente. A deficiência deste micronutriente é responsável pela anemia (NATIONAL AGENCY OF SANITARY SECURITY, 2017), um dos maiores problemas de saúde pública do mundo (Oliveira et al., 2014). Os resultados desse estudo corroboram com os achados de Galla et al. (2017) que

registraram $5.64 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de ferro em *cookies* produzidos com 10 % de farinha de espinafre.

No que se refere ao zinco (Zn), observou-se variação nas formulações dos *cookies* de 0.63 a $0.78 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, sem diferença significativa entre eles. Em termos de consumo, 100 g das formulações fornecem entre 7.09% a 9.75% da ingestão diária recomendada (DRIs) para adultos (8 a 11 mg) (INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD, 2002). Em estudo com produção de formulações de *cookies* de arroz, com 20% de polpa de baobá, Mounjouenpou et. al. (2018) também observaram contribuição da farinha vegetal no aporte de Zn ($1.05 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). O zinco é um mineral importante, pois está envolvido na atividade de centenas de enzimas, incluindo mecanismos de proteção contra radicais livres e também na síntese protéica, sendo fundamental para renovação celular, cicatrização e fenômenos da imunidade (NATIONAL AGENCY OF SANITARY SECURITY, 2017).

Quanto ao cobre (Cu), os teores para as matérias-primas não apresentaram valores expressivos. No entanto, a formulação CBR20 apresentou diferença significativa quando comparada a todas as outras amostras, proporcionando uma variação nos seus teores de 25.92% a 61.90% e sendo classificada com alto conteúdo de cobre, apresentando 37.7% a 48.57% de cobre em 100 g (INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD, 2002; BRASIL, 2012). O cobre é um elemento essencial que está envolvido na manutenção das cartilagens e dos ossos e no funcionamento adequado do coração (NATIONAL AGENCY OF SANITARY SECURITY, 2017). Os valores obtidos para 100 g da formulação CBR20, representaram quase metade da recomendação de ingestão diária para crianças de 9 a 13 anos de idade ($0.7 \text{ mg}/\text{dia}$) (INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD, 2002).

O teor de manganês (Mn) do *cookie* CBR20 permaneceu similar ao CC, não apresentando diferença significativa e contendo valores de $0.56 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e $0.53 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ respectivamente. O manganês é considerado um metal essencial, participa de reações enzimáticas e da atividade da vitamina B1, todavia, suas funções específicas são pouco conhecidas. Sua deficiência pode causar retardo no crescimento e problemas dermatológicos (COZZOLINO, 2016). Entre as formulações analisadas, o CBR20 é fonte de Mn, pois o seu teor corresponde a 23.04% da DRIs recomendada para adultos (2.3 mg) (INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD, 2002).

Quanto aos teores de magnésio (Mg), das matérias-primas utilizadas, a FR se mostrou um alimento rico neste mineral ($21.77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). A fortificação dos *cookies* com a FR e BS apresentou diferença significativa em todas as formulações quando comparadas ao controle, promovendo assim um enriquecimento entre 13.88 % e 45.79 %. O Mg é um dos minerais corpóreos mais abundantes, pois metade da sua quantidade está presente no tecido ósseo, atuando também na regulação do metabolismo de carboidratos e lipídios dos tecidos muscular, cardíaco e nervoso (NATIONAL

AGENCY OF SANITARY SECURITY, 2017). O estudo de Mounjouenpou et al. (2018) apresentou valores superiores em suas amostras (20 mg.100g⁻¹), pois utilizou duas fontes ricas deste mineral, o arroz e a polpa de boabá.

Segundo Wasielewski e Poll (2018), a única fonte de cálcio (Ca) disponível para o organismo humano é derivado da dieta e uma das principais fontes deste mineral para a alimentação são os folhosos verdes escuros, o que é confirmado pelos altos teores encontrados na FR do presente estudo (123.16 mg.100g⁻¹). O Ca é imprescindível para o crescimento e a manutenção da massa óssea, além disso, contribui para contração muscular e cardíaca, coagulação sanguínea, troca celular, permeabilidade da membrana, liberação de hormônios e transmissão de impulso nervoso (NATIONAL AGENCY OF SANITARY SECURITY, 2017). Todos dos *cookies* formulados apresentaram diferença significativa no teor de Ca, quando comparadas ao controle e entre si. Para todas as formulações, o percentual de enriquecimento de Ca foi proporcional às adições progressivas da FR, demonstrando a contribuição deste ingrediente para a composição mineral.

4. CONCLUSÃO

No presente trabalho, pode-se observar que a farinha da folha externa de repolho e biomassa de *Spirulina* sp., utilizadas nas formulações dos *cookies* experimentais, possuem uma importante contribuição nutricional e são boas alternativas para o enriquecimento de produtos de panificação, com potencial de uso para outros produtos alimentícios. Cabe ressaltar que, na literatura, não existem trabalhos que apresentem estas matérias-primas, adicionadas de forma concomitante, para o enriquecimento de algum produto alimentício.

Embora todas as formulações enriquecidas tenham apresentado excelente qualidade nutricional e tecnológica, a formulação CBR20 foi a que apresentou a melhor composição, principalmente nos parâmetros de proteínas, cinzas, fibras e minerais, possuindo um alto conteúdo de Ferro e Cobre e fonte de Manganês. Além deste atributo nutricional, as amostras enriquecidas preservaram os teores de carotenoides e atividade antioxidante, mesmo após a cocção, se configurando assim uma excelente alternativa para a redução do desperdício e melhoria das propriedades funcionais de uma formulação controle.

A continuação deste trabalho se faz necessário, visto que se pretende realizar as análises microbiológicas, para posterior avaliação da aceitação sensorial dos *cookies* enriquecidos por consumidores.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de estudos (BOL0241/2019), ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PGALI-UFBA) e à Escola de Nutrição (ENUFBA), da Universidade Federal da Bahia, pelo apoio neste trabalho, e à Universidade do Estado da Bahia (UNEB), pela disponibilidade do Laboratório de Análises Químicas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9. ed. Saint Paul: AACC, 1995. v. 1.

ANTONIEWSKA, A., RUTKOWSKA, J., PINED, M. M. Antioxidative, sensory and volatile profiles of cookies enriched with freeze-dried Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruits. *Food Chemistry*, v. 286, p. 376–387, 2019.

ANTUNES, B. F.; OTERO, D. M.; OLIVEIRA, F. M.; JACQUES, A. C.; GANDRA, E. A.; ZAMBIAZI, R. C. Antioxidant and antimicrobial activity of olive trees cultivated in the Campanha Gaúcha region. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 21791-21805, 2020.

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Avaliação de Risco: Consumo de pescado proveniente de regiões afetadas pelo rompimento da Barragem do Fundão/MG. Nota técnica nº 8, 2019.

AUNE, D.; GIOVANNUCCI, E.; BOFFETTA, P.; FADNES, L. T.; KEUM, N.; NORAT, T.; ... TONSTAD, S. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 46(3), 1029–1056, 2017.

BATISTA, A. P.; NICCOLAI, A.; FRADINHO, P.; FRAGOSO, S.; BURSIC, I.; RODOLFI, L.; BIONDI N.; TREDICI, M. R.; SOUSA, I.; RAYMUNDO, A. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. *Algal Research.*, v. 26, p. 161-171, 2017.

BRAHMI, F.; MECHRI, B.; DHIBI, M.; HAMMAMI, M. Variations in phenolic compounds and antiradical scavenging activity of *Olea europaea* leaves and fruits extracts collected in two different seasons. *Industrial Crops and Products*, v. 49, p. 256–264, 2013.

BRAND WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSER, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* v. 28, p. 25-30, 1995.

BHAT, N. A.; WANI, I. A.; HAMDANI, A. M. Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies. *Heliyon* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03042>.

BOLANHO, B. C.; EGEEA, M. B.; JÁCOME, A. L. M.; CAMPOS, I.; CARVALHO, J. C. M. DE; DANESI, E. D. G. Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fibre. *J. Food Nutr. Res.*, v. 53, p. 171–179, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. VII Lista dos novos ingredientes aprovados – Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. 2009. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/novos_ingredientes.htm.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para os produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos". *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005*.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais". *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005*.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução 54 de 12 de novembro de 2012. Aprova Regulamento técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 out. 2012*.

CANELLA-RAWLS, S. Espessantes na confeitaria- Texturas e sabores. Editora Senac-São Paulo, p. 599, 2014.

CHAUHAN, A., SAXENA, D. C., SINGH, S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, v. 63, p. 939–945, 2015.

CHENG, Y. F.; BHAT, R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. *Food Bioscience*, v. 14, p. 54-61, 2016.

COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M.; DUARTE FILHO, P. Improving *Spirulina platensis* biomass yield using a fedbatch process. *Bioresour. Technol.* v. 92, p. 237–241, 2004.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. 5 ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2016.

DE JESUS, C. S.; UEBEL, L. DA S.; COSTA, S. S.; MIRANDA, A. L.; DE MORAIS, E. G.; DE MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V.; NUNES, I. L.; FERREIRA, E. DE S.; DRUZIAN, J. I. Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina* sp. LEB-18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. *Bioresource Technology*. v. 256, p. 86–94, 2018.

DESAI, N. M., MALLIK, B., SAKHARE, S. D., MURTHY, P. S., Prebiotic oligosaccharide enriched green coffee spent cookies and their nutritional, physicochemical and sensory properties, *LWT - Food Science and Technology* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109924>.

FAO. The state of food and agriculture - moving forward on food loss and waste reduction. Roma, Itália, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>.

FAO. 2020. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb2395es>. Disponível em : <http://www.fao.org/3/cb2395es/cb2395es.pdf>.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Cookies produced with banana meal: chemical, physical and sensorial evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

FRANKEL, E. N., MEYER, A. S. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. v. 80, p. 1925-1941, 2000.

GALLA, N. R.; PAMIDIGHANTAM, P. R.; KARAKALA B.; GURUSIDDAIAH, M. R.; AKULA, S. Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach (*Spinacia oleracea* L.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*. v. 7, p. 20–26, 2017.

GARRONE, P.; MALACINI M.; PEREGO, A. Opening the black box of food waste reduction. *Food Policy* v. 46, p. 129-139, 2014.

GERSHWIN, M. E.; BELAY, A. *Spirulina in human nutrition and health*. Boca Raton: CRC Press, p. 328. ISBN: 142005256X, 2007.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, V. L.M. Simple cakes elaborated with flour of watermelon inner skin (*Citrullus vulgaris*, Sobral): chemical, physical, and sensory evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 2, p. 354-363, 2010.

INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD & NUTRITION BOARD. *DRIs-Dietary Reference Intakes*, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 1 ed digital. São Paulo. 2008. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf.

JESUS, C. S., UEBEL, L. S., COSTA, S. S., MIRANDA, A. L., DE MORAIS, E. G., DE MORAIS, M. G., COSTA, J. A. V., NUNES, I. L., FERREIRA, E. S., & DRUZIAN, J. I. Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina sp.* LEB-18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. *Bioresource technology*, v. 256, p. 86-94, 2018.

LEMES, A. C; TAKEUCHI, K. P; CARVALHO, J. C. M. DE; DANESI, E. D. G. Fresh pasta production enriched with *Spirulina platensis* Biomass. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v. 55, n.5, p. 741-750, 2012.

LIESTIANTY, D.; RODIANAWATI, I.; ARFAH, R. A.; ASSA, A.; PATIMAH; SUNDARI; MULIADI. Nutritional analysis of spirulina sp to promote as superfood candidate. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 509, (2019), doi:10.1088/1757-899X/509/1/012031.

LIMA, J. P.; PORTELA, J. V. F.; MARQUES, L.; ALCÂNTARA, M. A.; EL-AOUAR, Â. A. Watermelon flour rind in gluten-free cookies. *Cienc. Rural*, Santa Maria. v. 45, n. 9, p. 1688-1694, 2015.

Liu, R. H. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. *Advances in Nutrition*, 4(3), 384S–392S, 2013.

MACHADO, A. R.; GRAÇA, C. S.; ASSIS, L. M.; SOUZA-SOARES, L. A. An approach on characteristics and potential assessment of antioxidant extracts from phenolic microalgae *Spirulina sp.* LEB-18 and *Chlorella pyrenoidosa*. *Revista de Ciências Agrárias*. v. 40. p. 264-278. 2016.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 30, n. 3, p. 719-728, Sept. 2010.

MENDONÇA, T. A. Carotenoides de microalga *Spirulina platensis*: obtenção e avaliação da atividade antioxidante. (Dissertação). Salvador: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, 2014.

MERRILL, A. L.; WATT, B. K. Energy value of foods: basis and derivation. Agriculture Handbook, ARS USDA, Washington, n. 74, 1973.

MORAIS, M. G., REICHERT DA CRUZ, C., DALCANTON, F., DURANTE, AJ, MARINS, LF, & COSTA, J. A. V. Isolation and characterization of a new *Arthrospira* Sp. *Zeitschrift für Naturforschung C*, v. 63(1-2), p. 144-150, 2008.

MOUNJOUENPOU. P.; EYENGA, S. N. N. N.; KAMSU, E. J.; KARI, P. B.; EHABE, E. E.; NDJOUENKEU, R. Effect of fortification with baobab (*Adansonia digitata* L.) pulp flour on sensorial acceptability and nutrient composition of Rice cookies. *Scientific African* (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2018.e00002>.

MURADOR, D. C.; MERCADANTE, A. Z.; ROSSO, V. V. Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food Chemistry*, p. 1101-1107, 2016.

NASCIMENTO, R, L. Carotenoides de descarte de vegetal folhoso: obtenção e potencial antioxidante. (Dissertação). Salvador: Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição, 2015.

National Agency Of Sanitary Security- NASS. Présentation et role des matières minérales dans l'organisme, 2017.

Nawaz, H., Shad, M.A., Rauf, A. Optimization of extraction yield and antioxidant properties of *Brassica oleracea* Convar *Capitata* Var L. leaf extracts, *Food Chemistry* (2017), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.041>

NICCOLAI, A.; VENTURI, M.; GALLI, V.; PINI, N.; RODOLF, L.; BIONDI, N.; D'OTTAVIO, M.; BATISTA, A. P.; RAYMUNDO, A.; GRANCHI, L.; TREDICI, M. R. Development of new microalgae-based sourdough "crostini": functional effects of *Arthrospira platensis* (spirulina) addition. *Scientific Reports* (2019), doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55840-1>

OLIVEIRA, C. A.; CAMPOS, A. A. O.; RIBEIRO, S. M. R.; OLIVEIRA, W. C.; NASCIMENTO, A. G. do. Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria spirulina. *Rasbran – Revista da Associação Brasileira de Nutrição*. Ano 5, n.1, p. 52-59, 2013.

OLIVEIRA, T. S. C., SILVA, M. C., SANTOS, J. N., ROCHA, D. S., ALVES, C. R. L., CAPANEMA, F. D., LAMOUNIER, J. A. Anemia entre pré-escolares – um problema de saúde pública em Belo Horizonte, Brasil. *Ciência Saúde Coletiva*. v. 19, p. 59-66, 2014.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* v. 6, p. 36–60, 2013.

PESTORIĆ, M.; SAKAČ, M.; PEZO, L.; ŠKROBOT, D.; NEDELJKOVIĆ, N.; JOVANOVIĆ, P.; ŠIMURINA, O.; MANDIĆ, A. Physicochemical characteristics as the markers in predicting the self-life of gluten-free cookies. *Journal of Cereal Science.* v. 77, p. 172-179, 2017.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 5. ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2016.

POHNDORF, R. S.; CAMARA, A. S.; LARROSA, A. P. Q.; PINHEIRO, C. P.; STRIEDER, M. M.; PINTO, L. A. A. Production of lipids from microalgae *Spirulina* sp.: Influence of drying, cell disruption and extraction methods. *Biomass and Bioenergy.* v. 93, p. 25-32, 2016

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine.* v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; Harvest plus handbook for carotenoid analysis. Washington, DC e Cali: International Food Policy Research Institute e International Center for Tropical Agriculture, 2004.

RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: MMA/SBF, 2008.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. D. E.; MORAIS, S. M. D. E.; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ, J. J.; SAURA, C. F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Fortaleza-CE, Embrapa / Agroindústria Tropical. 4p. (Comunicado Técnico on line, 127), 2007.

SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; WARTHA, E. R. S. A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo, por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* crantz). *Alim. Nutr., Araraquara,* v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SHARMA, P.; GUJRAL, H. S. Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. *LWT- Food Science and Technology,* v. 55, p. 301-307, 2014.

SINGH, P.; SINGH, R.; JHA, A.; RASANE, P.; GAUTAM, A. K. Optimization of a process for high fibre and high protein biscuit. *J Food Sci Technol*. v. 52. p. 1394–1403, 2015.

STRATI, I. F.; OREOPOULOU, V. Recovery of carotenoids from tomato processing by-products – a review. *Food Research International*. v. 25. p. 311- 321, 2014.

Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment - TOX. Second draft statement on the potential risks from high levels of aluminium in the infant diet. 2013.

YANG, B.; GUO, M.; ZHAO, Z. Incorporation of wheat malt into a cookie recipe and its effect on the physicochemical properties of the corresponding dough and cookies. *Food Science and Technology*. v. 117. 2020.

WASIELEWSKI, M., POLL, F. A. Avaliação do consumo de alimentos lácteos como fonte de cálcio por escolares no município de Agudo-RS. *Demetra: alimentação, nutrição & saúde*. v. 13. p. 993-1004, 2018.

World Health Organization - WHO. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Sixty-seventh meeting of the Joint Expert Committee on Food Additives, Geneva, 2007.

ZHAO, Y.; YUE, Z.; ZHONG, X.; LEI, J.; TAO, P.; LI, B. Distribution of primary and secondary metabolites among the leaf layers of headed cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*), *Food Chemistry* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126028>.