



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PRODUÇÃO DE HAMBÚRGUER VEGANO DE GRÃO-DE-BICO COM RESÍDUO  
AGROINDUSTRIAL DE ACEROLA**

Érica Cortez de Lima

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Dantas de Medeiros

Natal/RN  
2018

ÉRICA CORTEZ DE LIMA

**PRODUÇÃO DE HAMBÚRGUER VEGANO DE GRÃO-DE-BICO COM RESÍDUO  
AGROINDUSTRIAL DE ACEROLA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do grau de graduada, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Dantas de Medeiros.

Natal/RN  
2018

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à Deus por ter me dado saúde, força, paciência e motivação que me possibilitaram concluir este curso e por ter colocado pessoas tão incríveis na minha vida que me ajudaram a superar as adversidades do caminho percorrido.

A minha família, principalmente a minha mãe, *Dilena Batista*, por ter sido a minha fortaleza durante as dificuldades do curso, por toda paciência, calma e compreensão, e pela ajuda na produção dos hambúrgueres. E ao meu irmão, *Caio Cortez*, pelo carinho e por estar sempre disposto a me ajudar no que for preciso.

Ao meu namorado, *Edson Carvalho*, que vivenciou comigo esta etapa, não me deixando desanimar diante das dificuldades, me incentivando e fazendo-se presente sempre que precisei.

A minha amiga, *Joyce de Oliveira*, por essa amizade linda que se fortaleceu ainda mais com os aperreios dos nossos TCC's e também por toda ajuda nas análises e elaboração dos hambúrgueres.

A minha orientadora, *Maria de Fátima*, pelos ensinamentos e por toda dedicação, paciência, ajuda e atenção durante esses últimos três anos de iniciação científica, não poderia ter tido orientadora mais maravilhosa.

A todos do laboratório de Tecnologia de Alimentos, *Camilla Gurgel*, *Suziane Dantas* e *Juliana Leão*, por terem sido as “mães” dos alunos de IC, sempre presentes para ensinar as práticas de laboratório e tirar nossas dúvidas. A *Cinthia Meirelly* por todas as conversas descontraídas e por todos os conhecimentos que me transmitiu durante esse ano. A *Marina Menezes* e *Laryssa Batista* pela ajuda na realização da sensorial, não teria sido possível sem a colaboração de vocês.

A todos os meus amigos que viveram a graduação comigo, em especial *Mariana Elizabeth* e *Lauren Krummenauer*, por terem compartilhado cada momento de alegria e desespero proporcionado pelo curso, tornando os problemas mais suportáveis e as obrigações mais leves.

A todas as pessoas que, de alguma forma, participaram da realização deste trabalho, as meninas do departamento de Nutrição, o pessoal do departamento de Farmácia e de Engenharia de Alimentos que me ajudaram nas análises e a Delícia da Fruta que forneceu os resíduos de acerola.

Aos professores do departamento de Engenharia Química da UFRN que contribuíram para minha formação acadêmica por meio de ensinamentos e orientações.

## RESUMO

O veganismo é um hábito alimentar que está se tornando cada vez mais comum, devido a conscientização ambiental, preocupação com os animais e pela busca de uma qualidade de vida melhor. Alimentos industrializados destinados ao público vegano e vegetariano são limitados e, muitas vezes, apresentam custo elevado e baixo valor nutricional. Os resíduos agroindustriais de polpa de fruta são ainda pouco explorados e podem ser reaproveitados como ingrediente funcional de outros alimentos por possuírem boa parte das propriedades da fruta. Um exemplo disso é o resíduo de acerola, o qual é rico em fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, como a vitamina C. Outro alimento vegetal bastante nutritivo e muito utilizado como fonte proteica na dieta restrita de carne é o grão-de-bico, rico em cálcio, magnésio, potássio, proteínas e carboidratos. O presente trabalho consistiu na elaboração de hambúrgueres veganos utilizando grão-de-bico e resíduo de acerola com três formulações, contendo 0%, 25% e 50% do resíduo em massa fixa. Foram avaliadas as propriedades físico-químicas (pH, umidade e atividade de água), a composição centesimal (proteínas, lipídios, cinzas, fibra bruta e carboidratos), o poder calorífico dos hambúrgueres, assim como seu rendimento, encolhimento e aceitação sensorial. Os aspectos físico-químicos corresponderam ao padrão encontrado na literatura para hambúrgueres vegetais, apresentando atividade e teor de água elevados e pH não ácido. A amostra sem resíduo de acerola apresentou maiores percentuais de proteínas (14,42%) e lipídios (13,11%), enquanto a amostra com 50% de resíduo de acerola apresentou maior teor de cinzas (3,80%), fibra bruta (11,37%) e carboidratos (58,97%) em base seca. O poder calorífico das amostras manteve-se entre 2126,28 e 2473,82 cal/g, sendo as amostras contendo resíduo de acerola as menos calóricas. Todas as amostras apresentaram rendimento superior a 87% e encolhimento em torno de 2%, sendo os melhores resultados para as amostras menos úmidas. Os hambúrgueres apresentaram índices de aceitabilidade satisfatórios com avaliações entre 69,91 e 85,96%. As amostras contendo acerola destacaram-se nos atributos visuais (aparência e cor), enquanto a amostra sem acerola foi mais aceita quanto ao aroma, textura e sabor. A elaboração dos hambúrgueres propostos foi viável, obtendo-se produtos com boa aceitação sensorial e valor nutricional considerável.

Palavras-chave: hambúrguer vegano, resíduo de acerola, grão-de-bico, valor nutricional, aceitação sensorial.

## ABSTRACT

Veganism is a food habit that is becoming increasingly common due to environmental awareness, concern for animals and the pursuit of a better quality of life. Industrialized foods intended for the vegan and vegetarian public are limited and often have a high cost and low nutritional value. The agroindustrial residues of fruit pulp are still little explored and can be reused as a functional ingredient of other foods because they have a good part of the fruit properties. An example of this is acerola residue, which is rich in fiber, vitamins, minerals and bioactive compounds, such as vitamin C. Another vegetable food that is very nutritious and widely used as a protein source in the restricted diet of meat is the chickpeas, rich in calcium, magnesium, potassium, proteins and carbohydrates. The present work consisted in the elaboration of vegan hamburgers using chickpeas and acerola residue with three formulations, containing 0%, 25% and 50% of the residue in fixed mass. The physicochemical properties (pH, humidity and water activity), the centesimal composition (proteins, lipids, ashes, crude fiber and carbohydrates), the calorific value of the hamburgers as well as their yield, shrinkage and sensorial acceptance were evaluated. The physico-chemical aspects corresponded to the standard found in the literature for vegetable hamburgers, presenting high activity and water content and non-acid pH. The sample without acerola residue presented higher percentage of proteins (14.42%) and lipids (13.11%), while the sample with 50% of acerola residue presented higher ash content (3.80%), crude fiber (11.37%) and carbohydrates (58.97%) on dry basis. The calorific value of the samples remained between 2126.28 and 2473.82 cal/g, being the samples containing acerola residue the least caloric. All the samples presented yield superior to 87% and shrinkage around 2%, being the best results for the less humid samples. The hamburgers had satisfactory levels of acceptability with ratings between 69.91 and 85.96%. The samples containing acerola were highlighted in the visual attributes (appearance and color), while the sample without acerola was more accepted for aroma, texture and flavor. The elaboration of the proposed hamburgers was feasible, obtaining products with good sensory acceptance and considerable nutritional value.

Keywords: vegan hamburger, acerola residue, chickpeas, nutritional value, sensory acceptance.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas da produção da polpa de fruta congelada. ....	13
<b>Figura 2.</b> Acerola da espécie <i>Malpighia glabra</i> L. ....	16
<b>Figura 3.</b> Grão-de-bico do grupo kabuli. ....	19
<b>Figura 4.</b> Grãos de arroz beneficiado e em casca, respectivamente. ....	21
<b>Figura 5.</b> Tendências observadas para o consumo de alimentos no Brasil. ....	24
<b>Figura 6.</b> Fluxograma da produção dos hambúrgueres. ....	26
<b>Figura 7.</b> Resíduo de acerola antes e após trituração e cozimento com bicarbonato de sódio. ....	27
<b>Figura 8.</b> Nas colunas se encontram os hambúrgueres H1, H2 e H3, respectivamente, antes (linha superior) e após fritura (linha inferior). ....	28
<b>Figura 9.</b> Na linha superior encontram-se as massas das amostras H1, H2 e H3 e na linha inferior encontram-se os pós das respectivas amostras após secagem e pulverização. ....	30
<b>Figura 10.</b> Destilador de Kjeldahl ou de nitrogênio utilizado na etapa de obtenção de amônia da análise de proteínas. ....	31
<b>Figura 11.</b> Extrator de lipídios utilizado na determinação de lipídios dos hambúrgueres. ....	32
<b>Figura 12.</b> Sistema utilizado na análise de fibra bruta composto por placa de aquecimento, erlenmeyers e condensadores associados. ....	33
<b>Figura 13.</b> Exemplo da organização e itens contidos na bandeja fornecida ao provador. ....	34
<b>Figura 14.</b> Formulário utilizado na análise sensorial. ....	35
<b>Figura 15.</b> Exemplo da coloração dos lipídios extraídos dos hambúrgueres. ....	39
<b>Figura 16.</b> Faixas de idade dos avaliadores. ....	44
<b>Figura 17.</b> Perfil alimentar dos avaliadores. ....	44
<b>Figura 18.</b> Índice de aceitabilidade dos hambúrgueres. ....	47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição para 100g do bagaço desidratado de acerola.....	17
<b>Tabela 2.</b> Composição de 100 gramas de grão-de-bico <i>Cicer arietinum L.</i> cru. ....	19
<b>Tabela 3.</b> Composição de 100 gramas do arroz <i>Oryza sativa L.</i> cru.....	22
<b>Tabela 4.</b> Massa aproximada dos ingredientes para produção de 10 hambúrgueres de cada tipo.....	26
<b>Tabela 5.</b> Resultados da caracterização físico-química dos hambúrgueres. ....	36
<b>Tabela 6.</b> Resultados referentes à composição centesimal dos hambúrgueres. ....	38
<b>Tabela 7.</b> Resultados referentes à composição centesimal dos hambúrgueres em base úmida. ....	38
<b>Tabela 7.</b> Valor energético do alimento em calorias por grama. ....	41
<b>Tabela 8.</b> Rendimento e encolhimento dos hambúrgueres submetidos à cocção. ....	42
<b>Tabela 9.</b> Médias das avaliações dos atributos de qualidade das amostras.....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	12
<b>2.1. Objetivo Geral</b> .....	12
<b>2.2. Objetivos Específicos</b> .....	12
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
<b>3.1. Veganismo e Vegetarianismo</b> .....	12
<b>3.2. A agroindústria de polpa de fruta</b> .....	13
<b>3.3. A acerola</b> .....	15
<b>3.3.1. Estrutura morfológica da acerola e suas propriedades</b> .....	15
<b>3.4. O grão-de-bico</b> .....	17
<b>3.4.1. Estrutura morfológica do grão-de-bico e suas propriedades</b> .....	18
<b>3.5. O arroz</b> .....	20
<b>3.5.1. Estrutura morfológica do grão de arroz, classificação e suas propriedades</b> ...20	
<b>3.5.2. Farinha de Arroz</b> .....	22
<b>3.6. Alimentos ultraprocessados</b> .....	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<b>4.1. Materiais</b> .....	25
<b>4.2. Produção dos Hambúrgueres</b> .....	25
<b>4.3. Análises físico-químicas</b> .....	28
<b>4.3.1. Análise de umidade</b> .....	28
<b>4.3.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)</b> .....	28
<b>4.3.3. Atividade de água</b> .....	29
<b>4.4. Análises de composição centesimal</b> .....	29
<b>4.4.1. Secagem das amostras</b> .....	29
<b>4.4.2. Análise de proteínas pelo método de Kjeldahl</b> .....	30
<b>4.4.3. Análise de lipídios pelo método de Soxhlet</b> .....	31
<b>4.4.4. Teor de Cinzas</b> .....	32
<b>4.4.5. Fibra bruta</b> .....	32



4.4.6. Carboidratos por diferença .....	33
4.5. Calorimetria.....	33
4.6. Análise sensorial .....	34
4.7. Rendimento na cocção .....	35
4.8. Percentual de encolhimento.....	35
4.9. Análise Estatística .....	36
5. RESULTADOS .....	36
5.1. Caracterização físico-química .....	36
5.2. Composição centesimal .....	37
5.3. Poder calorífico.....	41
5.4. Rendimento e Encolhimento .....	42
5.5. Análise sensorial .....	43
5.5.1. Perfil dos avaliadores .....	44
5.5.2. Resultado das avaliações .....	45
5.5.2. Índice de aceitabilidade.....	47
6. CONCLUSÃO .....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

A constante abordagem dos diversos temas relacionados ao meio ambiente pelos meios de comunicação, e nas redes sociais cada vez mais acessadas, está surtindo efeito sobre a conscientização da população. O conhecimento sobre a necessidade da sustentabilidade, preservação de recursos naturais, contenção de desperdícios e redução da poluição tem causado uma crescente mudança nos hábitos de consumo.

Possuindo como principais causas a preocupação com o meio ambiente e a saúde, o estilo de vida denominado veganismo vem sofrendo um “boom” em escala global. Segundo França (2017), consiste em hábitos alimentares alternativos, mas também em um ativismo que visa difundir sua ideologia da não utilização e comercialização do que provém de animais e incentivar o consumo de produtos naturais que não prejudiquem a fauna e flora.

De acordo com o relatório TerraClass de 2012, projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) junto à Empresa Brasileira de Agropecuária (Embrapa), mais de 750 mil quilômetros quadrados da floresta amazônica brasileira foram desmatados, sendo 60% desta área destinada à criação de gado. A pecuária ilegal está associada não só as mudanças climáticas, mas também a crimes e violações de direitos humanos. Desde 2003, mais de 21 mil trabalhadores foram libertados da condição de escravos na Amazônia brasileira, destes, 70% são relacionados à cadeia de produção do gado (GREENPEACE BRASIL, 2015). Outro problema social acarretado por essa atividade é o desperdício global de alimentos, pois de acordo com a Sociedade Vegetariana Brasileira (2017), são consumidos de 2 a 10 kg de proteína vegetal para produzir apenas 1 kg de proteína animal. Segundo pesquisas da Imazon (2015), essa atividade ainda é responsável por 62% do total de gases do efeito estufa emitidos pelo Brasil, contribuindo com apenas 5,4% do PIB do país entre os anos de 2010 e 2013.

Tratando-se da exploração marinha, os impactos ambientais causados pela ação do homem também estão afetando severamente a fauna desse ecossistema. A pesca excessiva e as redes utilizadas não só capturam enormes quantidades de peixes, como também uma diversidade de animais que não são adequados para o consumo humano, como é o caso dos tubarões e raias que já apresentam 30% de suas espécies ameaçadas de extinção (JACOB, 2018). De acordo com o relatório da *Food and Agriculture Organization* (FAO) de 2018, a produção aquícola contribui com 52% do fornecimento de alimentos para consumo humano e até 2030 essa contribuição vai chegar aos 60% dos pescados. Entretanto, a aquicultura não consiste em uma alternativa muito melhor que a pesca, pois muitos cativeiros são mantidos sob más condições ambientais, onde os peixes são alimentados com óleos e restos de animais

inadequados, além da precária manutenção que compromete a qualidade da água em que vivem esses animais (MÜZELL, 2013).

O estilo de vida vegano preocupa-se com tais problemas ambientais decorrentes do mercado da carne, defende o respeito aos animais que sofrem com as más condições de criação e com os maus tratos e contribui para a redução destas atividades. Outro fator que vem atraindo pessoas para o veganismo é a busca pela qualidade de vida e por hábitos alimentares mais saudáveis. A pesquisa realizada por Schmidt *et al.* (2013) mostrou que tanto os vegetarianos como os veganos, na média, tendem a ter uma boa alimentação e baixos índices de sedentarismo. Segundo os autores, a diminuição do consumo de carne e derivados, o aumento do consumo de frutas e vegetais e a prática constante de atividade física garantem um estado de saúde mais equilibrado para os indivíduos. Estudos apontam que veganos possuem menores chances de desenvolverem doenças como diabetes, hipertensão arterial, doenças cardíacas, obesidade, entre outras, devido à maior ingestão de frutas e vegetais ricos em propriedades fitoquímicas e fibras (SIZER e WHITNEY, 2003).

De acordo com o estudo do Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) realizado em 2018, o número de vegetarianos no Brasil quase dobrou em 6 anos. O índice que era de 8%, com 15,2 milhões de pessoas, em 2012, subiu para 14% em 2018, representando cerca de 29,2 milhões de brasileiros. Segundo a mesma pesquisa, 55% dos entrevistados consumiriam mais produtos veganos se houvesse uma melhor sinalização nas embalagens e 60% afirmaram que dariam preferência ao consumo desses produtos se tivessem o mesmo preço dos produtos de origem animal. No entanto, o mercado de produtos veganos no Brasil ainda oferece poucas opções e muitos dos alimentos processados destinados a esse público possuem o selo “verde”, mas na verdade são mais prejudiciais à saúde que o alimento de origem animal. Isto porque muitas indústrias se aproveitam do aumento da procura por esses alimentos para desenvolver produtos com ingredientes baratos e menos saudáveis, mas que são de origem vegetal. Ao analisar um hambúrguer ou uma salsicha vegetal, pode-se observar que sua composição inclui amido, gorduras de má qualidade, aromatizantes e sal, sendo a fração de verduras e proteínas praticamente insignificante (ARGÜELLES, 2018).

Assim, observando o crescente número de brasileiros que buscam a alimentação alternativa e as limitadas ofertas que atendem a esses consumidores, o presente estudo pretende oferecer uma opção mais saudável que substitua com qualidade os alimentos processados de origem animal e que seja sensorialmente aceito pelo público-alvo. Além dos consumidores veganos, o produto também poderá ser consumido por quem possui a doença celíaca, alérgicos ou intolerantes ao glúten, pois terá como ingredientes principais apenas o resíduo de acerola,

grão-de-bico e farinha de arroz. A adição do resíduo de acerola tem como propósito o seu reaproveitamento como matéria-prima de um alimento, além de baratear a produção devido a redução da quantidade de grão-de-bico necessária, visto que o custo de obtenção do resíduo da acerola é bastante inferior. Já o grão-de-bico é a principal fonte de proteína, além de favorecer a textura do hambúrguer, e a farinha de arroz atua na absorção de umidade do alimento e também auxilia na sua consistência.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Produzir hambúrgueres veganos com ingredientes mais naturais que os utilizados nos hambúrgueres vegetais industrializados, a fim de substituir a proteína animal das refeições. Realizar também um estudo comparativo entre as propriedades desses alimentos por meio de análises físico-químicas, bromatológicas e sensorial para melhor satisfazer as necessidades do público-alvo.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Propor uma maneira de reaproveitar o resíduo da acerola proveniente de indústrias de polpa próximas à cidade de Natal no Rio Grande do Norte;
- Desenvolver as formulações dos hambúrgueres visando as propriedades nutricionais e sensoriais, assim como o custo de produção;
- Avaliar as propriedades sensoriais: aparência, cor, aroma, sabor e textura dos alimentos produzidos;
- Determinar o rendimento e encolhimento dos hambúrgueres após fritura;
- Analisar os aspectos físico-químicos dos produtos finais;
- Avaliar as propriedades nutricionais dos hambúrgueres desenvolvidos por meio das análises bromatológicas e calorimétrica.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

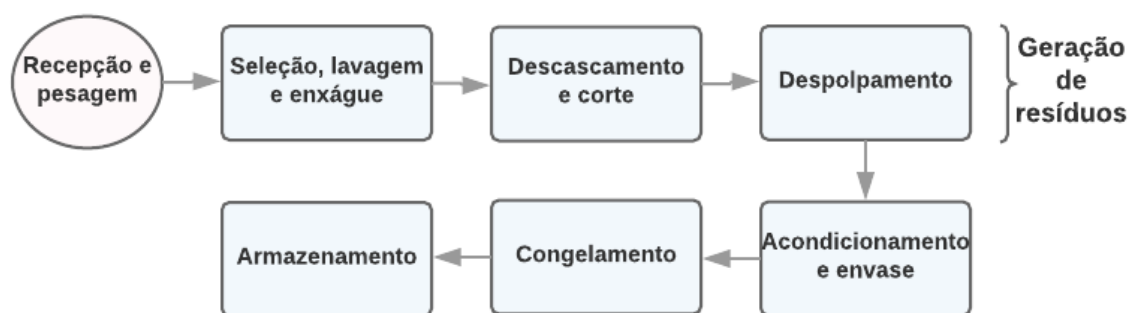
### **3.1. Veganismo e Vegetarianismo**

De acordo com a Sociedade Vegana (2011), o veganismo é um modo de vida que visa extinguir a exploração animal na alimentação, vestuário, testes, composição de produtos,

trabalho, entretenimento e comércio, apondo-se também à caça, pesca e ao uso de animais em rituais religiosos. Já o vegetarianismo consiste unicamente em um regime alimentar que exclui todos os tipos de carne e possui várias classificações, podendo incluir o consumo de ovos, leite e laticínios. O hábito alimentar vegano é uma dessas classificações e denomina-se vegetarianismo estrito que exclui o consumo de todos os produtos de origem animal, segundo a Sociedade Vegetariana Brasileira (2017).

### 3.2. A agroindústria de polpa de fruta

O número crescente de brasileiros que buscam uma alimentação saudável preocupados com sua qualidade de vida tem elevado o consumo de frutas e outros vegetais. Entretanto, o acesso a esses alimentos é dificultado pela alta perecibilidade, pela sazonalidade de algumas frutas, que limitam o seu consumo à apenas algumas épocas do ano, e até mesmo por serem cultivados em apenas determinadas regiões. Assim, uma alternativa para esse problema é a fabricação e comercialização de polpa de frutas congeladas, pois permite o prolongamento do tempo de conservação da fruta, facilita o transporte para outras regiões, preserva suas propriedades nutricionais e sensoriais, além de possibilitar o seu consumo em qualquer período do ano. Outra vantagem da polpa de fruta é o seu rápido e fácil preparo, oferecendo a praticidade necessária à rotina acelerada de boa parte da população atual (AMORIM, 2016). No fluxograma (Figura 1) são mostradas as etapas que compõem o processo produtivo da polpa de fruta congelada de maneira simplificada.



**Figura 1.** Etapas da produção da polpa de fruta congelada.

FONTE: MATTA *et al.*, 2005.

Segundo Matta *et al.* (2005), a primeira etapa do processo consiste na recepção das frutas e na pesagem das mesmas para registro em formulário próprio. Em seguida, é feita uma rigorosa seleção das frutas sadias e maduras as quais passam por uma pré-lavagem com água limpa e depois são higienizadas por meio da imersão em água clorada durante 20 a 30 minutos,

seguida do enxágue com água limpa e tratada. O descascamento pode ser manual ou mecânico, dependendo do tipo de fruta a ser processada, retirando também os caroços e sementes quando possível. Frutas como goiaba e acerola não passam pelo descascamento, seguindo direto para o despulpamento. Nessa etapa é extraída a polpa da fruta do material fibroso, das sementes e restos de cascas e, de acordo com a fruta utilizada, o despulpamento deve ser precedido da trituração do material em desintegrador ou liquidificador industrial. As despulpadeiras geralmente são de aço inoxidável e possuem peneiras com diâmetro de abertura variados. É nessa etapa que é gerada uma grande quantidade de resíduos sólidos ricos em todas as propriedades da fruta. Amostras da polpa são coletadas para avaliação por meio de análises microbiológicas e físico-químicas e, em seguida, são acondicionadas em embalagens plásticas por meio das envasadoras automáticas. As embalagens devem conter nos rótulos todas as informações exigidas. Por fim, as polpas devem seguir para as câmaras de congelamento imediatamente após o envase e seu armazenamento deve ser feito em câmaras frigoríficas com temperaturas entre  $-18^{\circ}\text{C}$  e  $-22^{\circ}\text{C}$ .

De acordo com Abud e Narain (2010), o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) estimou em 350 milhões de litros a produção/consumo de sucos e polpas à base de frutas no Brasil em 2004. O elevado investimento das agroindústrias no aumento da capacidade de processamento tem como consequência a elevada geração de resíduos. Calcula-se, por exemplo, que do total de frutas processadas na produção de sucos e polpas de manga, acerola, maracujá e caju, sejam gerados 40% de resíduos agroindustriais (LOUSADA JÚNIOR *et al.*, 2006). O “resíduo” da indústria de alimentos representa uma parte da matéria-prima desprezada durante o processamento do produto de interesse, referindo-se ao “bagaço” das frutas na produção de polpa (LIMA *et al.*, 2014).

Esse resíduo é formado por cascas, caroços, sementes e parte da polpa remanescente e é composto por vitaminas, minerais, fibras, compostos antioxidantes e nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo humano (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015). Contudo, o resíduo é normalmente destinado a compostagem ou alimentação de animais, ou é descartado indevidamente, o que pode levar a problemas ambientais devido à presença de substâncias de alto valor orgânico, representando uma fonte de nutrientes para microrganismos, como também a perda de biomassa e energia (ABUD; NARAIN, 2010). Deste modo, a utilização desse resíduo como matéria-prima de novos produtos agrega valor e interesse econômico e, conjuntamente, promove o aproveitamento integral de frutas, reduzindo o desperdício de alimentos e os investimentos necessários para controle de contaminações ambientais.

### **3.3. A acerola**

A acerola ou cereja-das-antilhas (*Malpighia glabra* L., *Malpighia puniceifolia* L. ou *Malpighia emarginata* DC) tem como região de origem o Norte da América do Sul, América Central e as Antilhas. No Brasil, foi introduzida inicialmente no estado de Pernambuco em 1956 por meio de sementes trazidas de Porto Rico por uma professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco e, em seguida, se difundiu pelo Nordeste e outras regiões do país. Atualmente é cultivada em praticamente todos os estados, apresentando limitações em algumas regiões do Sul do Brasil devido às baixas temperaturas (RUFINI *et al.*, 2015).

O Brasil é considerado o maior produtor, consumidor e exportador mundial de acerola, possuindo uma produtividade média estimada de 150 mil toneladas da fruta por ano, sendo aproximadamente 64% desse total produzido na região Nordeste. Atualmente, 46% da comercialização de acerola no mercado interno destina-se à indústria de processamento e 54% ao mercado de consumo da fruta fresca (EMBRAPA, 2012). De acordo com a ASTN e APEX (2001), as indústrias processadoras de frutas tropicais processam, no Brasil, cerca de 34,40 mil toneladas de acerola por ano, gerando, aproximadamente, 18 mil toneladas de sucos e polpas anualmente (FREITAS, 2006). Além de sua utilização para extração de polpa, a acerola também é utilizada na fabricação de licores, geleias, doces em calda e em pasta, sorvetes, chicletes e bombons. Pode ainda ser consumida *in natura*, sob a forma de suco natural, ou como fonte enriquecedora de vitamina C quando associada ao suco de outras frutas (EMBRAPA, 2012). De acordo com Mélo (2016), o resíduo da acerola possui grande potencial biotecnológico para obtenção de enzimas celulases por meio do processo de fermentação em estado sólido. Também há a possibilidade de aplicação do resíduo desta fruta na indústria de alimentos como ingrediente funcional com propriedades antioxidantes ou como corante (MOREIRA, 2008).

#### **3.3.1. Estrutura morfológica da acerola e suas propriedades**

A aceroleira é uma árvore de dois a quatro metros de altura, com ramificação compacta ou espalhada. Cresce e produz satisfatoriamente em clima tropical e subtropical com temperaturas próximas à 26°C e quando as chuvas variam entre 1200 e 1600 milímetros anuais bem distribuídos. Adapta-se a diferentes tipos de solo, entretanto, os solos mais adequados ao seu cultivo são os de fertilidade mediana e os argiloarenosos. A acerola possui tamanhos que variam de 3 a 6 centímetros de diâmetro e massa entre 3g e 16g. A coloração externa do fruto varia do alaranjado ao vermelho intenso quando maduro com polpa carnosa e suculenta, conforme mostrado na Figura 2, levando 22 dias desde a floração até a maturação (SEBRAE,

2016; EMBRAPA, 2012). O fruto da aceroleira é constituído por uma película externa fina (epicarpo), mesocarpo que corresponde à polpa e endocarpo formado por três caroços unidos, podendo cada caroço conter no seu interior uma semente de 3 a 5 mm de comprimento (FREITAS, 2006).



**Figura 2.** Acerola da espécie *Malpighia glabra* L.

FONTE: HORTIESCOLHA, 2017.

As propriedades nutricionais da acerola dependem da espécie, grau de maturação e época de colheita. É composta por vitaminas e minerais como fósforo, ferro, magnésio e cálcio, mas destaca-se por seu alto teor de vitamina C, o qual chega a alcançar valores centenas de vezes maiores quando comparado aos teores da laranja, goiaba e outras frutas. Devido a presença da vitamina C e das antocianinas, a acerola atua como antioxidante, neutralizando a ação de radicais livres que contribuem para o desenvolvimento do câncer, doenças do coração e do envelhecimento precoce. As propriedades da acerola também previnem o fotoenvelhecimento da pele, auxilia na absorção de ferro contido nos alimentos de origem vegetal e promove a melhora do sistema imunológico, atribuindo resistência a infecções (DORAZIO, 2018).

De acordo com Borges (2011), o resíduo de acerola gerado como coproduto das indústrias alimentícias apresenta valor bioativo, atuando como uma rica fonte de fito químicos naturais com potencial utilização no controle da hiperglicemia pós-prandial e possível aplicação como ingrediente funcional. A produção da farinha do resíduo de acerola é uma maneira de evitar o desperdício de um alimento rico em fibras com considerável valor nutricional, podendo ser incorporada em alimentos como substituta parcial da farinha de trigo, conforme realizado por Lima *et al.* (2014) na confecção de biscoitos tipo língua de gato. A



Tabela 1 apresenta as propriedades contidas no resíduo desidratado da fruta.

**Tabela 1.** Composição para 100g do resíduo desidratado de acerola.

<b>Composição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
Proteína	9,45 ± 0,38	g
Gordura	0,48 ± 0,44	g
Cinzas	6,88 ± 0,29	g
ART	9,02 ± 0,04	g
FDN	13,45 ± 0,51	g
Vitamina C	2748,03 ± 29,1	mg

± Desvio padrão amostral; ART = Açúcares redutores totais; FDN = Fibra detergente neutro.

FONTE: BORGES, 2011 (adaptado).

Por ser rico em celulose, o resíduo da acerola contribui como matéria-prima na produção de etanol, uma fonte energética renovável. O processo deriva da fermentação de açúcares de origem hemicelulósica e celulósica através de um pré-tratamento adequado e da hidrólise enzimática da celulose (SILVA, 2014). O resíduo agroindustrial de acerola também pode ser transformado em carvão ativado por meio da impregnação com cloreto de zinco seguida da ativação química, servindo como suporte de catalisadores, atuando na adsorção de poluentes e na purificação de compostos líquidos e gasosos, entre outras aplicações (SILVA, 2015).

### **3.4. O grão-de-bico**

O grão-de-bico *Cicer arietinum L.* é originário da região sudeste da Turquia e foi levado para Índia e países da Europa. Chegou ao Brasil por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio, sendo sua produção ainda incipiente e seu consumo reduzido. Mais de 90% da produção mundial está concentrada na Ásia, especialmente na Índia (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998). Este país possui a segunda maior população do mundo, com 1,3 bilhão de habitantes, sendo um terço de vegetarianos. Assim, o grão-de-bico é uma das principais fontes de proteína no país, fato que justifica a elevada produção, importação e consumo desse grão na Índia. No Brasil, o cultivo do grão está presente nos estados do Centro Oeste, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, importando ainda oito mil toneladas por ano do México e Argentina, principalmente, para atender a demanda interna. Pesquisas de desenvolvimento do cultivo realizadas pela Embrapa visam tornar o país autossuficiente e com potencial para

exportação. Negociações e investimentos do tipo já estão em andamento com países asiáticos, como Índia e Emirados Árabes (RODRIGUES; CIPRIANO, 2017).

O clima, em particular do Centro Oeste, contribui para o cultivo da leguminosa, a qual se adapta bem aos períodos de chuva no início do cultivo e à seca no período de colheita. O grão-de-bico exige pouca água no cultivo e não necessita de fungicida, o que torna o custo da produção por hectare 40% menor que o hectare de plantação de feijão. Entretanto, o seu valor comercial é cerca de duas vezes o valor do feijão, havendo a possibilidade de torná-lo mais acessível aos consumidores por meio do aumento da produção (SANTOS, 2017).

A conversão do grão original, no tipo decorticado ou similar, se denomina processamento primário. Já a conversão dos tipos decorticados ou farinha em alimentos denomina-se processamento secundário e incluem a cocção, assadura ou fritura (MANARA; RIBEIRO, 1992). O grão-de-bico normalmente é consumido cozido, sendo misturado a outros alimentos como hortaliças, carnes, molhos e condimentos. Os grãos descascados e triturados são empregados para fazer sopas, pastas ou sobremesas. Uma das receitas mais famosas é o *Homus Tahine* da culinária árabe que consiste em uma pasta de grão-de-bico contendo suco de limão, molho de gergelim, azeite de oliva, dentre outros componentes. A farinha de grão-de-bico pode ser usada como ingrediente na fabricação de pães, tortas, salgados e bolos ou na formulação de alimentos infantis destinados à recuperação de crianças desnutridas e afetadas por diarreia crônica (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998).

#### **3.4.1. Estrutura morfológica do grão-de-bico e suas propriedades**

De acordo com Nascimento, Pessoa e Giordano (1998), existem dois grupos de cultivares de grão-de-bico, o grupo “Desi”, o qual apresenta sementes pequenas com pericarpo colorido escuro e forma angulosa, e o grupo “Kabuli”. A totalidade dos grãos importados, comercializados e consumidos no Brasil pertence ao grupo “Kabuli”, o qual apresenta sementes grandes (250g/1.000 sementes), com formato arredondado e coloração creme clara, conforme mostrado na Figura 3, sendo o mais utilizado para fins comerciais e culinários. As plantas são de tamanho médio, apresenta flores brancas, folíolos grandes de 10 a 20 mm e vagens contendo uma a duas sementes.



**Figura 3.** Grão-de-bico do grupo kabuli.

FONTE: GLOBO RURAL, 2017.

O grão-de-bico é uma fonte excelente de proteínas e carboidratos, os quais abrangem cerca de 80% do peso total do grão cru, de acordo com a Tabela 2. Segundo Ferreira, Brazaca e Arthur (2006), ele também é rico em minerais e fibras, diferenciando-se das outras leguminosas por sua alta digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais e alta disponibilidade de ferro, sendo um alimento de alto valor nutricional.

**Tabela 2.** Composição de 100 gramas de grão-de-bico *Cicer arietinum L.* cru.

Composição	Quantidade	Unidade
Energia	355,00	Kcal
Carboidratos	57,90	g
Proteínas	21,20	g
Lipídeos	5,40	g
Cálcio	114,00	mg
Ferro	5,40	mg
Magnésio	146,00	mg
Fósforo	342,00	mg
Sódio	5,00	mg
Potássio	1116,00	mg

FONTE: NEPA, 2011 (adaptado).

A elevada quantidade de potássio o torna benéfico para a circulação sanguínea, além de prevenir patologias como doenças reumáticas, artrite, câimbras, anemia e diarreia. O consumo das denominadas *pulses* que são sementes secas como ervilhas secas, lentilha, feijão e grão-de-bico, está associado à redução de massa corpórea, dos riscos de sobrepeso e obesidade, devido à presença de fibras em grande quantidade e baixo teor de gordura. O seu

consumo também está associado à redução dos riscos de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, redução da taxa de absorção de carboidratos e controle glicêmico (WALLACE; MURRAY; ZELMAN, 2016).

### **3.5. O arroz**

O arroz está presente na alimentação humana desde os tempos remotos e tem como origem provável o Sudeste da Ásia, o qual inclui China, Índia e Indochina. No Brasil, o cultivo do arroz foi introduzido durante o período de colonização, em torno de 1540, na Capitania de São Vicente e sua produção se espalhou pelo litoral, principalmente no Nordeste (BASSINELLO; CASTRO, 2004). De acordo com a FAO (2018), a produção mundial de arroz em 2016 foi de 755,1 milhões de toneladas colhidas em uma área de 164 milhões de hectares, destacando-se em segundo lugar em produção e extensão de área cultivada, estando atrás apenas do trigo. O arroz representa 30% de toda produção mundial de cereais, sendo cultivado e consumido em todos os continentes. A Ásia é responsável por 90% da produção mundial e a China, ocupando a primeira posição entre os países, produz 27% em escala global, enquanto o Brasil ocupa o nono lugar com 1,6% da produção mundial (SILVA, 2014). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra de 2016/17, o Brasil produziu 12,3 milhões de toneladas de arroz em uma área de 1,98 milhão de hectare.

O arroz é um componente essencial na dieta da população brasileira, especialmente das classes mais carentes, sendo seu consumo diário per capita de 108 g, fornecendo 14% dos carboidratos, 10% das proteínas e 0,8% dos lipídios da dieta básica do brasileiro (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). De acordo com a Embrapa Arroz e Feijão (2017), o consumo médio aparente de arroz em 2016 foi de 32,2 quilos por habitante.

Cultura com grande capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima, o cultivo do arroz costuma ser desenvolvido em dois ecossistemas principais, o de várzea e o de terras altas. No Brasil, a maior parcela da produção de arroz é proveniente do ecossistema de várzeas, no qual a orizicultura irrigada corresponde a 75% da produção nacional, sendo um estabilizador da safra brasileira, visto que não é tão dependente de condições climáticas como o cultivo de sequeiro. Já no sistema e terras altas, o arroz pode ser cultivado utilizando a irrigação suplementar por aspersão ou depender da ocorrência de chuvas (SANTOS, 2018).

#### **3.5.1. Estrutura morfológica do grão de arroz, classificação e suas propriedades**

O grão de arroz é constituído por casca, película, germe e endosperma. Durante a etapa de polimento do beneficiamento dos grãos, são retirados a película e o germe quase que

integralmente, dando origem ao farelo, onde estão concentrados as vitaminas e sais minerais. Esse cereal é classificado em dois grupos: em casca e beneficiado (Figura 4). Entre o beneficiado estão o arroz polido (branco comum), integral (macrobiótico ou esbramado) e o parboilizado. No arroz branco comum são removidos a casca, a película e o germe no descascamento e polimento, restando apenas o endosperma rico em amido, o qual é consumido pela população na forma, principalmente, de guarnição dos alimentos. O arroz integral é uma opção mais natural e saudável, pois apresenta índices mais elevados de proteínas, lipídeos, fibras, sais minerais e vitaminas. Já o parboilizado é submetido a um tratamento hidrotérmico antes das etapas de descascamento e polimento, mantendo as propriedades nutritivas do grão e transferindo os sais minerais da película para o endosperma do arroz (BASSINELLO; CASTRO, 2004).



**Figura 4.** Grãos de arroz beneficiado e em casca, respectivamente.

FONTE: AGEITEC, 2018.

O arroz é um alimento de grande valor nutricional (Tabela 3), altamente energético, devido à alta concentração de amido, rico em proteínas, minerais, vitaminas do complexo B e apresenta baixo teor de lipídios. Componentes do arroz presentes no farelo ou no endosperma têm sido relacionados com diferentes efeitos no organismo, tal como o auxílio no controle da glicose sanguínea, redução dos lipídios séricos e da pressão arterial. Também há estudos relacionando as propriedades do grão com a prevenção e controle de doenças crônicas, como diabetes e doenças cardiovasculares. Todavia, a presença desses compostos é afetada por diversos fatores, principalmente pela característica genotípica e pelo processamento (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

**Tabela 3.** Composição de 100 gramas do arroz *Oryza sativa L. cru.*

<b>Composição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
Energia	358	Kcal
Carboidratos	78,8	g
Proteínas	7,2	g
Lipídeos	0,3	g
Cálcio	4,0	mg
Magnésio	30,0	mg
Fósforo	104	mg
Sódio	1,0	mg
Potássio	62,0	mg
Zinco	1,2	mg
Niacina	1,12	mg

FONTE: NEPA, 2011 (adaptado).

### **3.5.2. Farinha de Arroz**

A farinha de arroz é um produto ainda pouco consumido e não muito acessível no Brasil, mas amplamente utilizado nos mercados americano e asiático na fabricação de pães, bolos, massas, molhos, alimentos matinais extrusados, dentre outros (BASSINELLO; CASTRO, 2004). Obtida pela moagem dos grãos de arroz, essa farinha favorece a melhor consistência de massas alimentícias e menor desintegração após cozimento, devido seu alto teor de amilose. A granulometria reduzida da farinha também favorece a homogeneidade do alimento, evitando a quebra por formação de zonas preferenciais de infiltração de água (ORMENESE; CHANG, 2002). Devido à ausência de glúten, a farinha de arroz pode ser utilizada em receitas de produtos alternativos para os alérgicos a essa proteína e para quem possui a doença celíaca. Tal doença consiste em uma intolerância alimentar associada aos produtos que contêm glúten, como trigo, cevada e centeio, podendo causar diarreia, deficiência de vitaminas e minerais e desnutrição decorrente da má absorção de nutrientes gerada pela atrofia da mucosa intestinal (BORGES *et al.*, 2003).

### **3.6. Alimentos ultraprocessados**

Segundo o Ministério da Saúde (2014), os alimentos podem ser classificados em quatro categorias definidas de acordo com o tipo de processamento empregado na sua produção. A primeira reúne alimentos *in natura* ou minimamente processados, sendo os *in natura* obtidos diretamente de plantas ou de animais e os minimamente processados submetidos a alterações mínimas, como a secagem, polimento e empacotamento de grãos e a pasteurização do leite. A

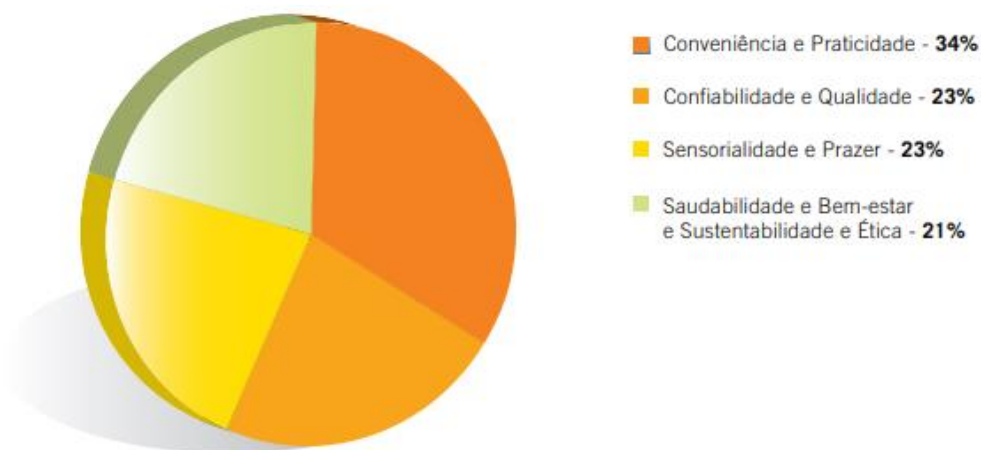
segunda categoria consiste nos temperos extraídos de alimentos *in natura* ou diretamente da natureza, sendo alguns deles o sal, açúcar, óleos e gorduras. A terceira categoria é composta pelos produtos fabricados com a adição de sal, açúcar ou outra substância de uso culinário a um alimento *in natura* ou minimamente processado, submetido a técnicas simples como o cozimento, salga, fermentação e defumação, para torná-lo durável e mais agradável ao paladar. É o caso dos legumes em conserva, frutas em calda e pães. E a quarta categoria corresponde aos produtos fabricados utilizando diversas etapas e técnicas de processamento, incluindo a adição de vários ingredientes, muitos de uso exclusivamente industrial. Exemplos de alimentos da quarta categoria são refrigerantes, biscoitos recheados, salgadinhos de pacote e macarrão instantâneo.

Segundo o Ministério da Saúde (2014), os alimentos ultraprocessados são formulados industrialmente contendo substâncias extraídas de alimentos, como óleos, açúcar e proteínas, derivadas de componentes de alimentos, como gorduras hidrogenadas e amido modificado, ou sintetizadas em laboratório a partir de matérias orgânicas, como corantes e aromatizantes. A adição dessas substâncias favorece as propriedades sensoriais do alimento, o qual também é submetido à técnicas de manufatura, como a extrusão, fritura e cozimento.

Uma alimentação saudável deve ser baseada no consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados, entretanto, os alimentos ultraprocessados tendem a limitar o consumo de alimentos de primeira categoria, pois substituem o consumo de frutas, leite, água e até de refeições principais, como é o caso dos alimentos congelados e semiprontos. Normalmente, os alimentos ultraprocessados são ricos em gorduras e açúcares, apresentam alto teor de sódio e são pobres em fibras, vitaminas e minerais. Assim, a composição nutricional desregulada desses alimentos favorece o desenvolvimento de doenças cardíacas, diabetes, obesidade, vários tipos de câncer e de deficiências nutricionais. Além dos malefícios nutricionais, os ultraprocessados acarretam impactos culturais, sociais e ambientais. A publicidade intensiva de marcas famosas causa o desinteresse pelas culturas alimentares genuínas, a praticidade de consumo torna desnecessária a interação social existente durante o compartilhamento das refeições e a grande demanda de matérias-primas incentiva o uso de agrotóxicos, fertilizantes químicos e grande quantidade de água, além da poluição gerada no descarte de embalagens e durante o processamento.

Todavia, fatores como o crescimento econômico e da renda nos países em desenvolvimento, assim como a urbanização e a condição social da população são responsáveis por alterar o comportamento dos indivíduos e determinar seu perfil de consumo. De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e o Instituto de Tecnologia de

Alimentos (2010), no Brasil há quatro tendências para o consumo de alimentos, sendo elas: Conveniência e Praticidade; Confiabilidade e Qualidade; Sensorialidade e Prazer; Saudabilidade e Bem-estar e Sustentabilidade e Ética. Assim como apresentado no gráfico da Figura 5, a prioridade do brasileiro quanto a alimentação é a conveniência e a praticidade (34%), devido às longas jornadas de trabalho que dificultam o preparo das refeições. Logo, o consumo de alimentos industrializados tem crescido, principalmente os de congelados e semiprontos, devido à praticidade do preparo. Segundo a mesma pesquisa, esses consumidores confiam na qualidade dos produtos industrializados, priorizam o sabor e variedade e estão dispostos a aumentar o consumo destes produtos mediante a redução dos preços. Em segundo lugar encontram-se os consumidores que priorizam a qualidade do produto, independente do seu valor, junto com aqueles que priorizam o sabor e aparência do alimento, independente da sua composição. E apenas 21% dos brasileiros consomem alimentos preocupando-se com a qualidade de vida, considerando os benefícios à saúde e os impactos ambientais causados na sua produção.



**Figura 5.** Tendências observadas para o consumo de alimentos no Brasil.

FONTE: FIESP/IBOPE (2010).

De acordo com a pesquisa realizada por Silveira *et al.* (2017), apesar do vegetarianismo estar associado a hábitos alimentares saudáveis e à prevenção de problemas de saúde, os vegetarianos também estão susceptíveis à elevada frequência do consumo diário excessivo de bebidas açucaradas e alimentos ultraprocessados, resultando na associação deste consumo com o excesso de peso. Segundo a mesma pesquisa, 61,6% dos vegetarianos enfrentam problemas ao se alimentar fora de casa, ou seja, ainda não há variedade suficiente de alimentos no mercado, que sejam nutricionalmente equilibrados e que atendam às demandas deste público, assim, 84,9% optam por cozinhar sua própria refeição.



## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Os produtos desenvolvidos e analisados foram elaborados em uma cozinha doméstica. As análises físico-químicas e de rendimento foram realizadas no laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia Química. As análises de composição centesimal foram realizadas no Laboratórios de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição, Laboratório de Bioprocessos do Departamento de Engenharia Química e no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A análise sensorial foi realizada no laboratório de Análise Sensorial de Engenharia de Alimentos. As metodologias das análises foram realizadas e adaptadas conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### **4.1. Materiais**

As matérias-primas para produção dos hambúrgueres foram obtidas em mercado local, optando por ingredientes sem glúten, de origem vegetal e sem aditivos químicos quando possível. O resíduo de acerola foi fornecido pela indústria de polpa Delícia da Fruta localizada em Macaíba/RN. Foram utilizados na produção dos alimentos: grão-de-bico, resíduo de acerola, farinha de arroz, cebola, alho, azeite de oliva, sal defumado, pimenta do reino, manjeriço, bicarbonato de sódio e óleo de girassol.

### **4.2. Produção dos Hambúrgueres**

Foram elaboradas três formulações com diferentes proporções de grão-de-bico e resíduo de acerola, constituindo-se assim três grupos experimentais: H1 (apenas grão-de-bico), H2 (25% de resíduo de acerola e 75% de grão-de-bico em massa fixa) e H3 (50% de resíduo de acerola e 50% de grão-de-bico).

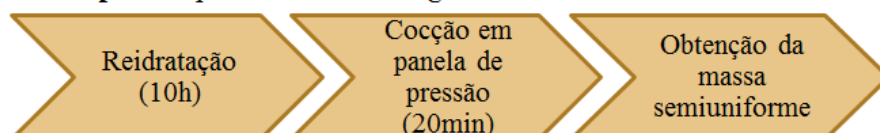
Considerando como massa fixa aproximadamente 100g para elaboração de cada hambúrguer, as quantidades necessárias estimadas dos ingredientes utilizados nas formulações encontram-se dispostos na Tabela 4. A quantidade de cada ingrediente a ser adicionado foi determinada por meio de testes realizados previamente até a obtenção de produtos com propriedades sensoriais agradáveis.

**Tabela 4.** Massa dos ingredientes para produção de 10 hambúrgueres de cada tipo.

<b>Ingredientes</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>
Grão-de-bico hidratado	740g	555g	370g
Resíduo de acerola	0g	185g	370g
Farinha de arroz	185g	185g	185g
Cebola	148 g	148 g	148 g
Alho	11g	11g	11g
Azeite de oliva	45g	45g	45g
Sal defumado	11g	11g	11g
Pimenta do reino	0,96g	0,96g	0,96g
Manjericão	5g	5g	5g
Bicarbonato de sódio	0g	1,11g	2,22g
Óleo de girassol	37g	30g	22g

As etapas simplificadas da produção dos hambúrgueres estão contidas no fluxograma da Figura 6.

**1ª Etapa:** Preparo da massa de grão-de-bico



**2ª Etapa:** Preparo da massa de resíduo de acerola



**3ª Etapa:** Obtenção do produto final



**Figura 6.** Fluxograma da produção dos hambúrgueres.

Inicialmente, realizou-se a lavagem com água e a reidratação do grão-de-bico, o qual permaneceu imerso em água mineral por 10 horas. Em seguida, os grãos foram transferidos para uma panela de pressão, cobertos com água e cozidos durante 20 minutos, permanecendo em fogo alto até o momento em que o excesso de vapor passou a ser liberado pela válvula e

em fogo baixo após esse momento. Os grãos cozidos foram transformados em uma massa semiuniforme com auxílio do mixer Mondial Versatile. Após essa etapa, descongelou-se o resíduo de acerola e realizou-se a seleção manual, a fim de retirar resquícios de folhas e galhos. O resíduo seguiu, então, para o liquidificador Philips Walita Problend 6 onde foi triturado com adição do mínimo de água possível durante 3 minutos até se tornar uniforme. Cozinhou-se o resíduo em fogo baixo até evaporar toda a água adicionada anteriormente, acrescentando o bicarbonato de sódio nesta etapa para remover a acidez da fruta, alterando sua cor de vermelho para marrom, como mostrado na Figura 7.



**Figura 7.** Resíduo de acerola antes e após trituração e cozimento com bicarbonato de sódio.

Em outra panela, refogou-se alho e cebola no azeite de oliva e adicionou-se a massa de grão-de-bico e a massa do resíduo de acerola, acrescentando os demais temperos na quantidade adequada. Após resfriar a massa, adicionou-se a farinha de arroz e o óleo de girassol, misturando-a até torná-la uniforme, sendo necessário adicionar mais óleo nos ensaios H1 e H2 para atingir uma melhor consistência da massa. Os produtos foram moldados em formas de hambúrguer com cerca de 100 gramas cada unidade, armazenados em recipientes plásticos e congelados. Para o hambúrguer de grão-de-bico foi realizado o mesmo procedimento, excluindo-se a adição da massa do resíduo de acerola. A aparência dos hambúrgueres produzidos antes e após fritura pode ser observada na Figura 8.



**Figura 8.** Nas colunas se encontram os hambúrgueres H1, H2 e H3, respectivamente, antes (linha superior) e após fritura (linha inferior).

### 4.3. Análises físico-químicas

Os hambúrgueres “crus” foram caracterizados físico-quimicamente por meio da determinação de sua umidade, potencial hidrogeniônico e atividade de água.

#### 4.3.1. Análise de umidade

Foram pesados 3 gramas de cada amostra em triplicata, as quais foram colocadas em pesa-filtros previamente tarados e levadas para a estufa de circulação de ar forçada à temperatura de 105°C. As amostras foram pesadas a cada hora até atingir massa constante. O cálculo da umidade em base úmida foi obtido a partir da Equação 1.

$$U = 1 - \frac{M_f}{M_i} \quad (1)$$

Em que:

U = umidade da amostra (base úmida);

$M_i$  = massa da amostra inicial (g);

$M_f$  = massa final da amostra até peso constante (g).

#### 4.3.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Cada hambúrguer foi macerado utilizando almofariz e pistilo e uma massa de 5 g foi diluída em 50mL de água destilada em triplicata. A determinação do pH foi realizada por meio de um potenciômetro após calibração do aparelho com tampões de pH 4,00 e 7,00.

### 4.3.3. Atividade de água

Amostras de hambúrgueres foram colocadas em cápsulas de polietileno e inseridas no medidor do tipo AQUALAB (SERIE 3TE, Brasil) a fim de obter a atividade de água do alimento, ou seja, a água que se encontra em estado livre no material. O equipamento foi previamente calibrado com água destilada e as análises foram realizadas em triplicata.

## 4.4. Análises de composição centesimal

Foram realizadas as análises de proteínas pelo método de Kjeldahl, lipídios pelo método de Soxhlet, determinação do teor de cinzas, quantidade de fibra bruta e o carboidrato foi determinado por diferença.

### 4.4.1. Secagem das amostras

As amostras utilizadas na determinação da composição centesimal necessitaram de secagem para remover a maior parte de sua umidade. Desta maneira, descongelou-se os hambúrgueres e macerou-se a massa com auxílio do almofariz e pistilo a fim de reduzir o tamanho das partículas maiores e deixá-la mais homogênea. A massa foi então espalhada uniformemente em uma placa de alumínio com furos e colocada na estufa de circulação de ar forçada à 70°C. Foram realizadas várias pesagens até atingir a massa correspondente às umidades entre 5 e 10%. O cálculo da massa correspondente à umidade desejada foi determinado pelo balanço de massa com os dados obtidos na análise de umidade em estufa de cada hambúrguer, de acordo com a Equação 2. As amostras secas foram, então, pulverizadas em liquidificador a fim de reduzir o tamanho das partículas. Na figura 9 é possível visualizar as amostras antes e após secagem e pulverização.

$$M_f = M_i \cdot \frac{1-U_i}{1-U_f} \quad (2)$$

Onde:

$U_i$  = umidade da amostra inicial (base úmida);

$U_f$  = umidade da amostra final desejada (base úmida);

$M_i$  = massa inicial da amostra (g);

$M_f$  = massa final da amostra (g).



**Figura 9.** Na linha superior encontram-se as massas das amostras H1, H2 e H3 e na linha inferior encontram-se os pós das respectivas amostras após secagem e pulverização.

#### 4.4.2. Análise de proteínas pelo método de Kjeldahl

Inicialmente, pesou-se 0,2 g de amostra seca e 2,0 g de mistura catalítica formada por sulfato de sódio e sulfato de cobre na proporção 10:1 em balança analítica digital. Em seguida, pipetou-se 5mL de ácido sulfúrico e acrescentou-se à mistura no tubo de Kjeldahl. A solução foi colocada no digestor, aumentando sua temperatura gradualmente até atingir 450°C, temperatura na qual ocorreu a digestão durante 7 horas. Após o resfriamento da solução formou-se uma pastilha azulada que foi dissolvida pela adição de 10mL de água destilada seguida de agitação. A etapa seguinte consistiu na obtenção de amônia utilizando o destilador de Kjeldahl, exibido na Figura 10. Adicionou-se 20mL de hidróxido de sódio 30% no topo do destilador e a amônia obtida foi recolhida em um erlenmeyer contendo 10mL de ácido bórico 3% e 3 gotas do indicador azul de metileno com vermelho de metila na concentração de 0,2% cada. Obteve-se entre 50 a 70mL de amônia e a solução amarela foi titulada com ácido clorídrico 0,1 N até atingir o ponto de viragem indicado pela coloração rosa da solução. A quantidade de proteínas no alimento foi calculada pela Equação 3 abaixo.

$$P(\%) = \frac{V \cdot 0,14 \cdot f_{cr} \cdot f_{cv}}{M_{amostra}} \quad (3)$$

Sendo:

P (%) = percentual de proteínas;

V = volume de ácido clorídrico utilizado na titulação em mililitros;

$f_{cr}$  = fator de correção do ácido clorídrico de 0,98;

$f_{cv}$  = fator de conversão de nitrogênio total em proteína de 6,25;

$M_{\text{amostra}}$  = massa da amostra utilizada na análise em gramas.



**Figura 10.** Destilador de Kjeldahl ou de nitrogênio utilizado na etapa de obtenção de amônia da análise de proteínas.

#### **4.4.3. Análise de lipídios pelo método de Soxhlet**

A princípio, os balões de Soxhlet foram colocados na estufa à 105°C por duas horas e, após resfriarem, foram pesados. Pesou-se também 5 g de cada amostra em papel-filtro que foi colocado em suportes de alumínio e mediu-se 80 mL de éter etílico em proveta que foi colocado nos balões. Esses foram colocados no extrator de lipídios exibido na Figura 11, que permaneceu à 80°C durante todo o processo, e as amostras foram imersas no solvente orgânico por uma hora, a partir do momento em que a condensação foi iniciada. Em seguida, as amostras foram suspensas, permanecendo no nível intermediário do extrator por uma hora. Terminado esse tempo, as amostras foram suspensas até o nível superior para impedir a passagem do éter condensado, o qual foi recuperado na parte superior do sistema. Após 30 minutos ou até todo éter ter sido removido do fundo dos balões, transferiu-se os balões contendo os lipídios extraídos para a estufa à 105°C por mais uma hora. Resfriados, os balões foram pesados novamente e a massa de lipídios foi determinada pela diferença de massa. A quantidade de lipídios em cada amostra foi obtida pela razão entre essa massa e a massa inicial da amostra.



**Figura 11.** Extrator de lipídios utilizado na determinação de lipídios dos hambúrgueres.

#### **4.4.4. Teor de Cinzas**

Inicialmente, cadinhos de porcelana foram colocados na estufa para retirada da umidade e, após o resfriamento, suas massas foram medidas e anotadas. Pesou-se 2 g de cada amostra nos cadinhos em triplicata e, em seguida, transferiu-os para a mufla onde permaneceram por 5 horas à 550°C. Por fim, após resfriamento pesou-se novamente os cadinhos para obter a massa de cinzas por diferença e, então, determinar o teor de cinzas pela razão entre essa massa e a massa inicial da amostra.

#### **4.4.5. Fibra bruta**

A determinação das fibras brutas iniciou-se com a pesagem de 1 g de mostra em erlenmeyer em triplicata. Em seguida, adicionou-se 50mL de ácido sulfúrico na concentração de 0,15M e colocou-se a solução para aquecer em uma placa de aquecimento com um condensador anexado ao topo do erlenmeyer, conforme mostrado na Figura 12, durante 30 minutos a partir do momento em que ocorreu a ebulição. A etapa seguinte consistiu na adição de 25mL de hidróxido de sódio 1,5M e no aquecimento da mistura por mais 30 minutos. Determinou-se também a massa do papel-filtro utilizado na filtração a vácuo realizada após o fim do aquecimento da solução. Transferiu-se o papel-filtro contendo os sólidos filtrados para a estufa à 105°C durante 1 hora. Terminado este tempo, colocou-se o papel-filtro para resfriar em dessecador por 30 minutos e, por fim, realizou-se sua pesagem para determinar a massa de fibras por diferença. O teor de fibra bruta em cada amostra foi obtido pela razão de sua massa



com a massa da amostra inicial.



**Figura 12.** Sistema utilizado na análise de fibra bruta composto por placa de aquecimento, erlenmeyers e condensadores associados.

#### 4.4.6. Carboidratos por diferença

Os carboidratos foram determinados pela diferença entre 100% e a porcentagem de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e fibra bruta presentes em cada amostra.

#### 4.5. Calorimetria

O poder calorífico dos hambúrgueres foi determinado por meio da combustão completa da amostra em uma bomba calorimétrica. Inicialmente, pesou-se um cadinho metálico, uma amostra do alimento e um pedaço de 10 cm de um fio fusível de níquel cromo. Colocou-se o fio nos orifícios do eletrodo e encaixou-se o cadinho contendo a amostra no suporte de modo que o fio tocasse apenas na amostra. Na célula de combustão (bomba), colocou-se 1 mL de água para evitar a queima do fundo, a mesma foi fechada devidamente com amostra no interior e pressurizada com 30 atm de oxigênio. Encheu-se o balde do calorímetro com 2 litros de água e colocou-se a bomba cuidadosamente no seu interior. Após conectar o circuito nos eletrodos da bomba, estabelecer a agitação da água e anotar a temperatura de equilíbrio inicial, deu-se a ignição da combustão. Após o aumento e a estabilização da temperatura, anotou-se seu valor e o sistema foi desmontado seguindo a ordem inversa. Pesou-se a massa do fio e da amostra restante e o poder calorífico das amostras foi determinado por meio da Equação 4.

$$Q = \frac{k \cdot (T_f - T_0) - (Q_{fio} \cdot M_{fioqueimado})}{M_{amostraqueimada}} \quad (4)$$

Em que:

$Q$  = poder calorífico da amostra (cal/g);

$k$  = constante da bomba (2465 cal/°C);

$T_f$  = temperatura final (°C);

$T_0$  = temperatura inicial (°C);

$Q_{\text{fio}}$  = poder calorífico do fio de níquel cromo (1400 cal/g);

$M_{\text{fio queimado}}$  = massa do fio que foi consumido na combustão (g);

$M_{\text{amostra queimada}}$  = massa de amostra consumida na combustão (g).

#### 4.6. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com um grupo amostral de 72 pessoas com idades entre 19 e 74 anos, sendo 66 onívoras, 5 vegetarianas e apenas uma vegana. Montou-se bandejas com pequenas fatias das três amostras numeradas com códigos distintos e em ordens diferentes servidas aos avaliadores acompanhadas de um biscoito água e sal e um copo de água para serem consumidos entre as avaliações, conforme mostrado na Figura 13. Os avaliadores permaneceram em cabines, não havendo contato entre eles, mantendo-se o ambiente silencioso, à temperatura agradável e sem odores externos para que nenhum fator interferisse nas avaliações. Os provadores avaliaram os atributos aparência, cor, aroma, textura e sabor seguindo uma escala hedônica de 9 pontos e responderam questionamentos sobre seu hábito alimentar, idade e sexo, para traçar o perfil de cada indivíduo, como exibido no formulário (Figura 14).



**Figura 13.** Exemplo da organização e itens contidos na bandeja fornecida ao provador

**Análise sensorial**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Hábito alimentar: \_\_\_\_\_

Atenção: Você está recebendo amostras de hambúrgueres veganos. Por favor, prove as amostras fornecidas. Beba água e enxágue a boca antes da amostra seguinte. Represente o quanto gostou ou desgostou, de acordo com a escala abaixo:

1- desgostei muitíssimo	5- indiferente
2- desgostei muito	6- gostei ligeiramente
3- desgostei regularmente	7- gostei regularmente
4- desgostei ligeiramente	8- gostei muito
	9- gostei muitíssimo

Atributos	Código da amostra		
Aparência			
Cor			
Aroma			
Textura			
Sabor			

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Figura 14.** Formulário utilizado na análise sensorial.

Para o cálculo do índice de aceitabilidade de cada atributo dos hambúrgueres utilizou-se a Equação 5, de acordo com Teixeira *et al.* (1987).

$$IA(\%) = \frac{N_m}{N_a} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

$N_m$  = média das notas;

$N_a$  = nota mais elevada do atributo.

#### **4.7. Rendimento na cocção**

O rendimento da cocção foi determinado pela pesagem do hambúrguer antes e após sua fritura e pela razão entre essas massas (SEABRA *et al.*, 2002).

#### **4.8. Percentual de encolhimento**

O percentual de encolhimento de cada hambúrguer foi obtido pela medição do diâmetro do alimento “cru” e após sua fritura com auxílio de um paquímetro. O cálculo realizado é mostrado na Equação 6 (SEABRA *et al.*, 2002).

$$E(\%) = \frac{D_{cru} - D_{cozido}}{D_{cozido}} \cdot 100 \quad (6)$$

Onde:

E (%) = percentual de encolhimento;

$D_{cru}$  = diâmetro do hambúrguer antes da cocção (cm);

$D_{cozido}$  = diâmetro do hambúrguer após cocção (cm).

#### 4.9. Análise Estatística

O teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) foi realizado utilizando o software STATISTICA 10.0 para todas as análises realizadas, com exceção de carboidratos e calorimetria. Os dados replicados de cada análise (variáveis dependentes) e o nome das amostras correspondentes (variáveis independentes) foram inseridos no programa e aplicando a análise de variância (ANOVA) foi possível identificar as amostras que não diferem entre si em relação a cada propriedade com nível de 5% de significância.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Caracterização físico-química

Os resultados obtidos a partir da caracterização físico-química dos hambúrgueres encontram-se na Tabela 5 e referem-se ao produto no seu estado “cru”.

**Tabela 5.** Resultados da caracterização físico-química dos hambúrgueres.

Amostras	Umidade (%)	pH	Atividade de água ( $a_w$ )
H1	50,06 ± 0,44 <sup>a</sup>	6,14 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,949 ± 0,003 <sup>a</sup>
H2	55,40 ± 0,59 <sup>b</sup>	6,20 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,970 ± 0,009 <sup>ab</sup>
H3	60,22 ± 0,18 <sup>c</sup>	6,12 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,979 ± 0,001 <sup>b</sup>

a, b, c. Os dados com ao menos uma letra semelhante por coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); ± Desvio padrão amostral. H1: 0% de resíduo de acerola e 100% de grão-de-bico; H2: 25% de resíduo e 75% de grão-de-bico; H3: 50% de resíduo e grão-de-bico.

Observando-se os valores de umidade, pode-se afirmar que os hambúrgueres apresentam um teor de água baixo a intermediário quando comparados a umidade do hambúrguer de carne, geralmente entre 55 a 70% (VASCONCELOS; MELO FILHO, 2010). A amostra H1 apresentou menor umidade quando comparada as amostras H2 e H3 ( $p < 0,05$ ), sendo o maior percentual observado na amostra H3, a que possui maior proporção de resíduo

de acerola. Esse resultado pode ser justificado pela alta umidade (87,60%) do resíduo de acerola (SOBRINHO, 2014) que consequentemente contribui para a maior umidade do produto. Além disso, a massa do resíduo de acerola produzida necessita do acréscimo de água para sua uniformização no liquidificador e, mesmo retirando a maior parte desta durante o cozimento, ainda há interferência na umidade do produto final, fato comprovado também pela alteração de sua consistência. Os valores de umidade encontram-se na faixa obtida por Lima (2008) entre 49,47 e 63,71% nos hambúrgueres vegetais à base de caju e soja, respectivamente.

De acordo com Vasconcelos e Melo Filho (2010), os alimentos são considerados de baixa acidez quando seu pH é superior a 4,5 e ácido quando seu pH se encontra abaixo de 4,5. Apesar do pH em torno de 3,64 do resíduo desidratado de acerola (BORGES, 2011), os hambúrgueres que o contém em sua composição são classificados como de baixa acidez, possuindo pH próximo ao do hambúrguer com apenas grão-de-bico, sendo a amostra H2 ainda menos ácida que a amostra H1. Isso ocorre devido a utilização do sal alcalino e do bicarbonato de sódio para neutralizar a acidez da fruta. A faixa de pH obtida aproxima-se do valor de 6,10 encontrado na produção de hambúrguer vegetal de fibra de caju e proteína texturizada de soja por Lima *et al.* (2013).

A atividade de água das amostras cruas mostrou-se bastante elevada, com valores entre 0,949 e 0,979 e, assim como a umidade, aumentou com o aumento da proporção do resíduo de acerola. Entretanto, esses valores não representam um risco de contaminação para os alimentos, pois estes são armazenados congelados e retirados da refrigeração apenas no momento de preparo e consumo, não comprometendo sua conservação. Valores elevados como esses foram encontrados por Lima (2008) que obteve atividades de água de 0,958 e 0,983 para hambúrgueres comerciais feitos com proteína vegetal sabor frango e proteínas de soja, respectivamente. Hambúrgueres feitos à base de carne bovina e farinha de aveia por Marques (2007) também apresentaram atividade de água entre 0,97 e 0,98, valores próximos dos encontrados nas amostras estudadas. Ainda analisando a Tabela 5, é possível perceber que a atividade de água da amostra H1 não diferiu da amostra H2 ( $p > 0,05$ ), a qual não diferiu da amostra H3 ( $p > 0,05$ ).

## **5.2. Composição centesimal**

As análises foram realizadas com as amostras secas em estufa e pulverizadas. A umidade de cada hambúrguer foi reduzida aos valores de 7,50% para a amostra H1, 6,12% para H2 e 8,58% para H3, após cerca de 1 hora e 30 minutos de exposição à corrente de ar quente. Não houve maior redução da umidade das amostras para evitar que ocorressem reações

químicas indesejadas nos produtos elaborados, as quais aumentariam sua massa e alterariam suas propriedades. Os resultados obtidos estão contidos na Tabela 6 em base seca.

**Tabela 6.** Resultados referentes à composição centesimal dos hambúrgueres em base seca.

<b>Amostras</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Lipídios (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Fibra bruta (%)</b>	<b>Carboidratos (%)</b>
H1	14,42 ± 0,13 <sup>a</sup>	13,11 ± 0,15 <sup>a</sup>	3,55 ± 0,03 <sup>a</sup>	8,39 ± 0,55 <sup>a</sup>	55,99
H2	13,19 ± 0,63 <sup>b</sup>	12,30 ± 0,08 <sup>b</sup>	3,55 ± 0,03 <sup>a</sup>	8,72 ± 0,09 <sup>a</sup>	58,42
H3	12,17 ± 0,01 <sup>c</sup>	8,16 ± 0,13 <sup>c</sup>	3,80 ± 0,06 <sup>b</sup>	11,37 ± 0,50 <sup>b</sup>	58,97

a, b, c. Os dados com ao menos uma letra semelhante por coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); ± Desvio padrão amostral. H1: 0% de resíduo de acerola e 100% de grão-de-bico; H2: 25% de resíduo e 75% de grão-de-bico; H3: 50% de resíduo e grão-de-bico.

Considerando as umidades de 50,06% da amostra H1, 55,40% da amostra H2 e 60,22% da amostra H3, calculou-se também a composição dos hambúrgueres em base úmida a partir dos resultados em base seca, conforme exibido na Tabela 7 abaixo.

**Tabela 7.** Resultados referentes à composição centesimal dos hambúrgueres em base úmida.

<b>Amostras</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Lipídios (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>	<b>Fibra bruta (%)</b>	<b>Carboidratos (%)</b>
H1	7,20 ± 0,06 <sup>a</sup>	6,55 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,77 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,19 ± 0,28 <sup>a</sup>	27,96
H2	5,93 ± 0,28 <sup>b</sup>	5,53 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,60 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,92 ± 0,04 <sup>a</sup>	26,06
H3	4,84 ± 0,00 <sup>c</sup>	3,25 ± 0,05 <sup>c</sup>	1,51 ± 0,02 <sup>c</sup>	4,52 ± 0,20 <sup>a</sup>	23,46

a, b, c. Os dados com ao menos uma letra semelhante por coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); ± Desvio padrão amostral. H1: 0% de resíduo de acerola e 100% de grão-de-bico; H2: 25% de resíduo e 75% de grão-de-bico; H3: 50% de resíduo e grão-de-bico.

As proteínas são macromoléculas constituídas por aminoácidos e possuem importância vital aos seres vivos, apresentando funções na catálise de reações químicas (enzimas), no transporte molecular, na transmissão de impulsos nervosos, nos sistemas imunológico e hormonal, dentre outros (ALMEIDA *et al.*, 2013). Em relação aos hambúrgueres estudados, constatou-se que os mesmos possuem uma quantidade considerável de proteínas, sendo a amostra sem acerola a mais proteica com 14,42% em base seca e 7,20% em base úmida. O aumento da proporção do resíduo de acerola e a diminuição da proporção de grão-de-bico causa a redução da porcentagem de proteínas, pois a principal fonte proteica dos produtos desenvolvidos é esse grão, o qual possui 21,2% de proteínas na sua composição (NEPA, 2011). Todavia, o decréscimo que ocorre nas amostras H2 e H3 é satisfatório, visto que a redução de

grão-de-bico de 100 para 50% apenas reduz em menos de 3,0% a quantidade de proteínas. Os valores obtidos estão próximos de 12,40% em base seca contido no trabalho de Lemos (2009) para o hambúrguer com proteína fúngica. Considerando a umidade dos hambúrgueres, o teor proteico reduz para valores entre 7,20 e 4,84%, havendo uma diferença significativa quando comparado a um produto semelhante industrializado, como o hambúrguer de grão-de-bico congelado da empresa vegana Mr. Veggy<sup>®</sup> (2018) com 14,63% de proteínas. Entretanto, o hambúrguer H2 com 25% de acerola apresenta 5,88% de proteínas em base úmida, valor próximo ao do hambúrguer feito com uma fruta também muito produzida no nordeste brasileiro, o caju, com apenas 5,75% (LIMA, 2007).

Os lipídios dos hambúrgueres são constituídos principalmente por óleos vegetais, visto que permanecem no estado líquido à temperatura ambiente. Os óleos são compostos por triacilgliceróis contendo ácidos graxos mono e poli-insaturados, os quais possuem importantes funções no organismo, tal como fonte energética, componente estrutural em membranas celulares e fonte de vitaminas lipossolúveis (GIOIELLI, 1996). Os lipídios tiveram como origem principal o azeite de oliva e o óleo de girassol adicionados durante a produção dos hambúrgueres, mas também estavam presentes no grão-de-bico e nos demais componentes vegetais do produto, mesmo que em pequenas quantidades. A redução significativa dos lipídios com o aumento da quantidade de acerola é explicada pela necessidade da adição de uma quantidade maior de óleo na massa a fim de obter uma consistência adequada para os hambúrgueres com maior proporção de grão-de-bico. Observando a Figura 15, percebe-se uma coloração amarelo intenso dos lipídios devido aos pigmentos presentes no alimento que são fotossintetizantes, como a clorofila e carotenoides, e que também são lipossolúveis e extraídos por solventes orgânicos (GIOIELLI, 1996; SILVA *et al*, 2010).



**Figura 15.** Exemplo da coloração dos lipídios extraídos dos hambúrgueres.

Os percentuais de lipídios obtidos em base úmida estão entre 3,25 e 6,55%, estando dentro da faixa obtida na literatura de 1,36 a 7,90% para o hambúrguer de polpa de melancia e

soja (FARIAS *et al.* 2016) e para o hambúrguer de caju estudado por Lima (2008), respectivamente. O produto equivalente processado da empresa Mr. Veggy® (2018) apresenta um valor de 10,75% de gorduras totais na sua composição, estando os resultados em base úmida dos hambúrgueres desenvolvidos abaixo deste valor.

O teor de cinzas das amostras, ou seja, os resíduos inorgânicos nelas presentes, manteve-se entre 3,55 e 3,80% em base seca. Considerando que o teor de cinzas no grão-de-bico cru é cerca de 3,2% (NEPA, 2011) e do resíduo de acerola desidratado é de 6,88% (BORGES, 2011), o comportamento dos resultados aproxima-se do esperado, pois é possível perceber que ocorre o aumento dos minerais nos hambúrgueres com o aumento da proporção de acerola. A maior quantidade de minerais nas amostras H2 e H3 pode ser explicada também pela adição de bicarbonato de sódio no resíduo de acerola ou por uma quantidade de sal um pouco maior adicionada durante a formulação, atuando como fontes de matéria inorgânica. O teor de cinzas em base seca nas amostras H1 e H2 não diferem entre si ( $p>0,05$ ). Os valores de cinzas obtidos nas amostras secas foram semelhantes à 3,97% encontrado por Lemos (2009) para o hambúrguer de carne industrializado. Huerta *et al.* (2016) também obteve teor de cinzas de 2,34% em base úmida para o hambúrguer artesanal de proteína texturizada de soja com batata-doce, valor próximo da faixa de 1,51 e 1,77% encontrada para as amostras. Observa-se que para as amostras úmidas, o teor de cinzas decresce com o aumento do percentual de acerola, devido ao aumento do teor de água que provoca a desconcentração da matéria inorgânica no alimento.

O consumo da fibra alimentar está relacionado à redução do risco de hipertensão, obesidade, diabetes e câncer de cólon, além de reduzir os níveis séricos de colesterol e auxiliar no trânsito intestinal (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). A fibra bruta consiste em celulose com pequenas quantidades de lignina e hemicelulose resistentes às ações digestivas do organismo humano, enquanto a fibra alimentar inclui estes polissacarídeos vegetais e mais pectinas, gomas, mucilagens, oligossacarídeos e substâncias associadas de plantas que também não são digeridos e nem absorvidos pelo intestino delgado dos humanos (CATALANI *et al.*, 2003). De acordo com o NEPA (2011), o grão-de-bico possui 12,4% de fibra alimentar total enquanto, segundo Sobrinho (2014), o resíduo de acerola desidratado possui 67,35%. Logo, analisando os resultados em base seca, o teor de fibra bruta das amostras apresentou um aumento de acordo com o aumento da proporção de acerola na formulação, sendo os valores para as amostras sem acerola e com 25% acerola semelhantes estatisticamente ( $p>0,05$ ). Já para os resultados em base úmida, ocorre uma equivalência estatística para todas as amostras, o que pode ser justificado pelo comportamento do teor de água em cada formulação. A análise de



fibra bruta não representa fielmente o comportamento da composição de fibra alimentar nos hambúrgueres, mas foi realizada devido ao alto custo da análise de fibra alimentar. A análise de fibra bruta também foi realizada por Huerta *et al.* (2016) para o hambúrguer à base de proteína texturizada de soja e batata-doce, obtendo 4,08% de fibras brutas em base úmida, valor dentro da faixa de 3,92 e 4,52% encontrada para os hambúrgueres de grão-de-bico com resíduo de acerola.

Segundo Silva, Miranda e Liberali (2008), dietas ricas em carboidratos têm papel crucial na manutenção da glicemia e no aumento das reservas de glicogênio muscular e hepático, os quais propiciam um nível maior de energia ao organismo durante a prática de atividades físicas. As amostras analisadas apresentaram um percentual de carboidratos elevado entre 55,99 e 58,97% em base seca e entre 23,46 e 27,96% em base úmida, aumentando com o aumento da proporção de resíduo de acerola, fato que contraria o esperado, visto que o grão-de-bico é um alimento rico em carboidratos, apresentando 57,9% em sua composição (NEPA, 2011). Isto pode ser justificado pelo método de carboidratos por diferença não ser muito preciso na determinação dos resultados. Valores próximos a estes foram encontrados por Lima (2008) no estudo de hambúrgueres comerciais de proteína de soja e de proteína vegetal sabor frango com percentuais de carboidratos em base úmida correspondentes a 21,58 e 24,37%, respectivamente. O hambúrguer comercial de grão-de-bico da Mr. Veggy<sup>®</sup> (2018) apresenta 37,31% de carboidratos em base úmida, valor superior aos encontrados para os hambúrgueres artesanais estudados. Como os carboidratos foram calculados a partir da subtração das médias dos demais resultados das análises de composição centesimal não houve réplicas de seus dados e por isso não foi possível aplicar o teste de Tukey.

### 5.3. Poder calorífico

Os resultados referentes ao poder calorífico dos hambúrgueres antes da cocção estão contidos na Tabela 8.

**Tabela 8.** Valor energético do alimento em calorias por grama.

Amostras	Calorias (cal/g)
H1	2473,82
H2	2126,28
H3	2213,61

H1: 0% de resíduo de acerola e 100% de grão-de-bico; H2: 25% de resíduo e 75% de grão-de-bico; H3: 50% de resíduo e grão-de-bico.

É observado que a quantidade de energia que será produzida com a ingestão do alimento é maior para o hambúrguer de grão-de-bico sem acréscimo do resíduo de acerola com 2473,82 cal/g, visto que essa energia é produzida a partir dos lipídios, carboidratos e proteínas, sendo o primeiro a principal fonte energética dos alimentos, e a amostra H1 também apresenta dois desses nutrientes em maior quantidade (LUZ; POIAN, 2005). A amostra com 50% de resíduo de acerola apresentou maior potencial calórico que a amostra com 25% de acerola, apesar de se esperar que os hambúrgueres com maiores quantidades de grão-de-bico por conterem mais nutrientes fossem mais calóricos. Esta inversão de resultados ocorreu porque foi necessário reduzir a umidade da amostra H3 para ser possível realizar sua combustão no calorímetro, passando a ser de 52,12%, valor inferior à umidade de 55,40% da amostra H2. Logo, ao retirar parte de sua água houve a concentração dos nutrientes e conseqüentemente o aumento do poder calorífico por unidade de massa. Comparando com os dados obtidos na literatura, os hambúrgueres em discussão apresentam valores energéticos inferiores ao do hambúrguer de carne bovina com 2631,6 cal/g analisado por Lemos (2009) e também ao do hambúrguer processado de grão-de-bico, o qual possui 2925,37 cal/g (MR. VEGGY®, 2018). Entretanto, os hambúrgueres formulados com grão-de-bico e resíduo de acerola também possuem valores calóricos superiores ao encontrado para outros hambúrgueres vegetais, como o hambúrguer contendo cogumelo *Agaricus brasiliensis* de 1091,2 cal/g (LEMOS, 2009) e o hambúrguer de abobrinha, ora-pro-nóbis e soja de 1103,2 cal/g estudado por Farias *et al.* (2016).

#### 5.4. Rendimento e Encolhimento

Os valores obtidos para percentual de rendimento e encolhimento dos hambúrgueres pesados e medidos antes e após cocção encontram-se na Tabela 9.

**Tabela 9.** Rendimento e encolhimento dos hambúrgueres submetidos à cocção.

<b>Amostras</b>	<b>Rendimento (%)</b>	<b>Encolhimento (%)</b>
H1	93,71 ± 0,63 <sup>a</sup>	-1,57 ± 0,16 <sup>a</sup>
H2	91,75 ± 0,25 <sup>b</sup>	2,08 ± 0,12 <sup>b</sup>
H3	87,17 ± 0,43 <sup>c</sup>	2,20 ± 0,47 <sup>b</sup>

a, b, c. Os dados com ao menos uma letra semelhante por coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); ± Desvio padrão amostral. H1: 0% de resíduo de acerola e 100% de grão-de-bico; H2: 25% de resíduo e 75% de grão-de-bico; H3: 50% de resíduo e grão-de-bico.

De acordo com Marques (2007), a adição de um ingrediente não-cárneo, como

carboidratos e fibras, à um hambúrguer de origem animal pode aumentar sua capacidade de retenção de água e melhorar o rendimento durante seu cozimento. Apesar das amostras que contém um percentual de resíduo de acerola possuírem maior quantidade de fibra bruta e carboidratos, estas também possuem maior quantidade de água disponível na sua composição, fator que influencia significativamente o rendimento devido à perda de massa de água na cocção. Assim, observou-se que a amostra H1 com ausência de resíduo de acerola, apresentou um maior rendimento após cocção. No trabalho desenvolvido por Seabra *et al.* (2002), foi realizado o estudo do rendimento para hambúrgueres de carne ovina com adição de percentuais de fécula de mandioca e farinha de aveia, havendo um rendimento de 65,40% para o hambúrguer sem adição das farinha, 72,77% para o hambúrguer com adição de fécula de mandioca e 75,92% para o hambúrguer contendo farinha de aveia. O mesmo foi observado no estudo de Marques (2007) em que o hambúrguer de carne bovina passou de um rendimento de 67,58% para cerca de 100% após a adição de 25% de farinha de aveia na sua composição. Logo, percebe-se os hambúrgueres vegetais produzidos a partir do grão-de-bico, resíduo de acerola e farinha de arroz apresentam uma vantagem quanto ao rendimento quando comparados com hambúrgueres de carne e que a fibra alimentar presente no primeiro alimento é um fator determinante para esta propriedade.

Em relação ao encolhimento ou retração do alimento, foi observado que a amostra H1 apresentou uma expansão de 1,57% enquanto as amostras H2 e H3 apresentaram uma redução do diâmetro de 2,08 e 2,20%, sendo o resultado dessas duas equivalentes entre si ( $p > 0,05$ ). O aumento do diâmetro da amostra H1 pode ser explicado pela redução de sua espessura devido seu manuseio durante o processo de cocção, visto que o mesmo possui uma consistência facilmente deformável. Já as amostras contendo acerola na composição, apesar de também possuírem consistência maleável e apresentarem maior teor de fibra bruta, sofreram uma retração devido a quantidade mais elevada de água presente nelas. É correto afirmar que o efeito da fibra alimentar na retenção de água pelo alimento também é significativo quanto ao encolhimento, fato comprovado pela redução da retração do hambúrguer ovino de 21,42% para 15,47% após a adição de 2% de fécula de mandioca e para 15,45% após a adição de 2% de farinha de aveia (SEABRA *et al.*, 2002). Os hambúrgueres bovinos analisados por Marques (2007) também apresentaram uma menor redução de diâmetro com acréscimo de uma fonte de fibras, passando de 13,38% de retração para 7,83% após a adição de 25% de farinha de aveia.

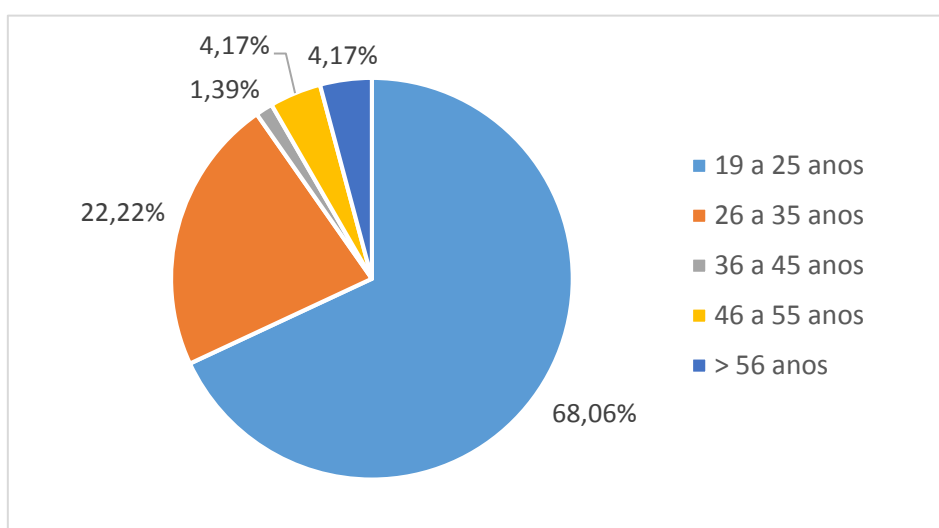
## **5.5. Análise sensorial**

A análise sensorial foi realizada aplicando-se o teste de aceitação, avaliando-se os

atributos aparência, cor, aroma, textura e sabor de cada produto desenvolvido. Os resultados foram avaliados por meio das médias das notas e pelo percentual do índice de aceitabilidade para cada um desses atributos.

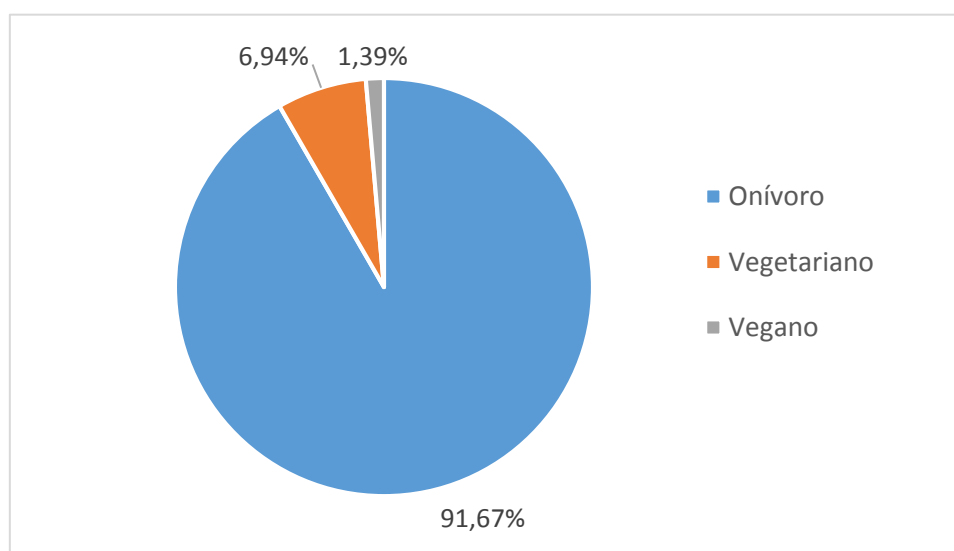
### 5.5.1. Perfil dos avaliadores

O perfil dos avaliadores foi traçado de acordo com a faixa etária e o hábito alimentar, conforme exibido nos gráficos das Figuras 16 e 17. Quanto ao gênero, o grupo mostrou-se bastante equilibrado, sendo 54,17% do sexo feminino e 45,83% do sexo masculino.



**Figura 16.** Faixas de idade dos avaliadores.

Observando o gráfico da Figura 15, percebe-se que a grande maioria dos avaliadores apresentavam idade entre 19 e 35 anos, correspondendo a 90,28% do grupo.



**Figura 17.** Perfil alimentar dos avaliadores.

Em relação ao hábito alimentar, 91,67% dos avaliadores se declararam onívoros e apenas 8,33% se declararam vegetarianos ou veganos. Apesar da discrepância entre a quantidade de pessoas desses dois perfis, o grupo amostral se aproxima da realidade brasileira, pois apenas 14% da população do país possui hábito alimentar vegetariano no ano de 2018, mas em 2012 essas pessoas correspondiam a 8% da população (IBOPE, 2018). Assim, mesmo sendo um produto alimentício destinado à minoria (veganos e vegetarianos), foi possível observar como seria uma situação semelhante no mercado real, analisando também as respostas dos consumidores sem restrição alimentar.

### 5.5.2. Resultado das avaliações

As médias das avaliações para cada atributo de cada hambúrguer estão contidas na Tabela 10.

**Tabela 10.** Médias das avaliações dos atributos de qualidade das amostras.

<b>Amostras</b>	<b>Aparência</b>	<b>Cor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Textura</b>	<b>Sabor</b>
H1	6,83 ± 1,85 <sup>a</sup>	6,60 ± 1,84 <sup>a</sup>	7,74 ± 1,13 <sup>a</sup>	6,63 ± 1,91 <sup>a</sup>	7,74 ± 1,24 <sup>a</sup>
H2	7,15 ± 1,46 <sup>a</sup>	7,07 ± 1,49 <sup>ab</sup>	6,71 ± 1,42 <sup>b</sup>	6,50 ± 1,77 <sup>a</sup>	6,63 ± 1,51 <sup>b</sup>
H3	7,24 ± 1,74 <sup>a</sup>	7,28 ± 1,64 <sup>b</sup>	6,76 ± 1,60 <sup>b</sup>	6,29 ± 1,92 <sup>a</sup>	6,72 ± 1,65 <sup>b</sup>

a, b, c. Os dados com ao menos uma letra semelhante por coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); ± Desvio padrão amostral. H1: 0% de resíduo de acerola e 100% de grão-de-bico; H2: 25% de resíduo e 75% de grão-de-bico; H3: 50% de resíduo e grão-de-bico.

A aceitação do produto alimentício pelo consumidor está diretamente relacionada a sua cor, bem como à sua aparência, podendo exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite. Estes atributos têm papel fundamental na indução da sensação global resultante de características como o aroma, sabor e textura do alimento (CONSTANT; STRINGHETA; SANDI, 2002). Assim, quanto a aparência, o hambúrguer H3 com a maior proporção de resíduo de acerola foi o que obteve a maior nota de 7,24, enquanto a amostra H1, sem resíduo de acerola na composição, foi a que obteve a menor média no valor de 6,83. Entretanto, não há diferença significativa entre os resultados de aparência para os três hambúrgueres ( $p > 0,05$ ), ou seja, mesmo com aparências diferentes, os avaliadores tiveram reações semelhantes para todos eles. Os resultados desse atributo foram superiores ao obtido Lima (2008) para o hambúrguer de caju, o qual obteve aceitação sensorial de 6,2 na escala hedônica. Já o hambúrguer de proteína de soja estudado no mesmo trabalho obteve 6,9 de aceitação para sua aparência, valor semelhante aos encontrados para os hambúrgueres em discussão.

As cores das amostras apresentaram o mesmo comportamento de resposta do quesito

aparência, sendo o hambúrguer H3 o de maior avaliação e o hambúrguer H1 o de menor avaliação. Isso ocorreu devido a cor e aparência do hambúrguer sem acerola ser divergente das outras duas amostras, apresentando coloração amarelada e aparência mais consistente e seca devido ao grão-de-bico. As amostras H2 e H3 mostraram-se um pouco mais atrativas para os provadores devido sua coloração marrom escura que as fazem parecer com um hambúrguer de carne. As avaliações das amostras H1 e H2 não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), enquanto que a cor da amostra H3 não difere da obtida pela amostra H2 significativamente. Isso quer dizer que, quanto à cor, a adição de 25% de acerola ao hambúrguer não causou diferença de percepção em relação ao hambúrguer de grão-de-bico e que o aumento da proporção de acerola de 25 para 50% também não causou alteração visual significativa. Comparando com a literatura, o atributo cor das amostras obteve valores médios semelhantes aos encontrados por Hautrive *et al.* (2008) para os hambúrgueres de carne bovina e de carne de avestruz, com valores de 6,86 e 6,98 respectivamente.

De acordo com Teixeira (2009), odor é a propriedade sensorial perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas e o aroma é a propriedade de perceber as substâncias aromáticas do alimento ao colocá-lo na boca, via retronasal, sendo ambos essenciais para compor o sabor dos alimentos. Logo, observando os resultados do aroma dos hambúrgueres, percebe-se que o aroma da amostra H1 foi a mais atrativa para os avaliadores, com média de 7,74, enquanto os aromas das amostras H2 e H3 apresentaram uma equivalência entre si nesse aspecto, percebendo-se que o acréscimo da acerola na formulação não causou efeito positivo quanto ao aroma. Consultando a literatura, encontrou-se resultados semelhantes ao resultado da amostra H1 para o aroma do hambúrguer comercial de carne bovina estudado por Lima (2008) com média de 7,6. O mesmo trabalho obteve uma avaliação de 6,8 para o aroma do hambúrguer comercial vegetal sabor frango, bastante próximo às notas das amostras que contém acerola na composição.

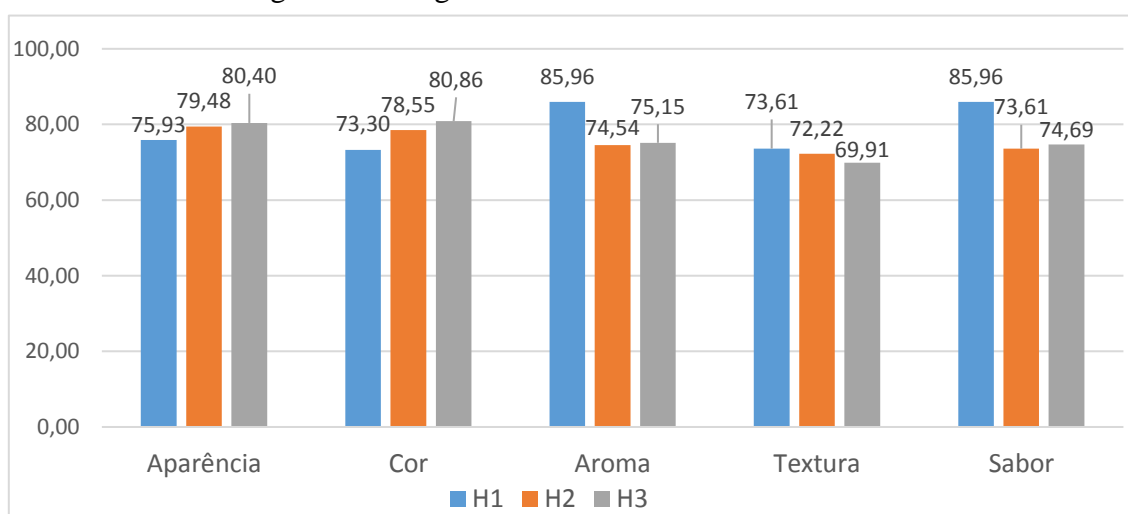
A textura do alimento consiste em todas as propriedades reológicas e estruturais perceptíveis pelos receptores mecânicos e táteis, sendo eventualmente utilizados os receptores visuais e auditivos. Através da interferência da integridade do produto é que se tem noção de resistência, fibrosidade, granulosidade, crocância, entre outras características (TEIXEIRA, 2009). Analisando o aspecto textura dos hambúrgueres, percebeu-se que todos eles não apresentaram diferença entre si ( $p > 0,05$ ), ou seja, a adição do resíduo de acerola na composição das amostras H2 e H3 não gerou alterações significativas quanto à textura do alimento. Este foi o atributo que obteve as menores médias em geral, devido, provavelmente, à diferença da consistência, umidade e fibrosidade entre os hambúrgueres vegetais produzidos e o

hambúrguer de origem animal, o qual está mais presente na dieta da maioria dos avaliadores e os fazem estabelecer um padrão de textura ideal até mesmo involuntariamente. Valor de textura aproximada foi encontrada na literatura para o hambúrguer de caju com média de 6,3 pontos, segundo o trabalho de Lima (2008).

O sabor de um alimento vai além do seu gosto, é uma experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação, e a inter-relação entre essas características é o que diferencia um alimento do outro (TEIXEIRA, 2009). O sabor da amostra H1 obteve maior pontuação, enquanto as amostras contendo resíduo de acerola obtiveram pontuações que não diferem entre si, indicando que a variação das proporções de acerola nas duas amostras não causou alteração quanto ao sabor. Considerando que os temperos adicionados em cada hambúrguer foram os mesmos e na mesma proporção, pode-se afirmar que o acréscimo da acerola não contribuiu positivamente para o sabor do alimento, entretanto, suas avaliações são satisfatórias, visto que notas acima de 6 no teste de aceitação dos atributos sugerem que o produto pode ser aceito no mercado consumidor sob o ponto de vista sensorial (HAUTRIVE *et al.*, 2008). Resultados semelhantes ao das amostras H2 e H3 foram encontrados por Lima (2008) para o sabor do hambúrguer de proteína de soja que obteve pontuação de 6,8. Já a média de 7,74 do hambúrguer de grão-de-bico se aproxima da pontuação de 7,62 pertencente ao sabor do hambúrguer misto de carne bovina com carne de avestruz encontrado no trabalho de Hautrive *et al.* (2008).

### 5.5.2. Índice de aceitabilidade

A partir da avaliação dos atributos dos hambúrgueres, foi possível calcular o percentual do índice de aceitabilidade dos produtos, o qual apresentou comportamento semelhante, conforme mostrado no gráfico da Figura 18 abaixo.



**Figura 18.** Índice de aceitabilidade dos hambúrgueres.

Analisando o gráfico, percebe-se que ambos os hambúrgueres com acréscimo do resíduo de acerola obtiveram resultados bastante similares e que sua maior aceitabilidade foi em relação a aparência e cor, ou seja, mostraram-se mais atrativos visualmente que o hambúrguer de grão-de-bico. Todavia, a amostra H1 se destacou com mais de 10% de diferença em relação ao seu aroma e sabor, estando as três amostras com resultados próximos quanto à textura. Segundo Teixeira *et al.* (1987), para um produto ser considerado aceito, em termos de propriedades sensoriais, é preciso que este obtenha um índice de aceitabilidade de, no mínimo, 70%. Logo, considerando que os hambúrgueres obtiveram aceitação superior a 70% para todos os atributos com exceção da textura da amostra H3 que se manteve bem próximo do mínimo com 69,91%, pode-se verificar que as formulações apresentaram boa aceitabilidade. Comparando entre si os hambúrgueres contendo resíduo de acerola na composição, pode-se afirmar que a amostra H3 com 50% de acerola foi mais aceita sensorialmente, devido a obtenção de avaliações mais elevadas na maioria dos atributos e por possuir textura com aceitação próxima à obtida pela amostra H2.

É válido considerar também que, apesar de ser um produto que pode ser consumido por todos, os hambúrgueres têm como público-alvo pessoas que possuem hábito alimentar vegano ou vegetariano e uma análise sensorial realizada apenas por avaliadores pertencentes a esse grupo possivelmente obteria um perfil de respostas diferenciado, visto que essas pessoas estão adaptadas ao consumo de alimentos proteicos de origem vegetal. Um indicativo disto ocorre ao isolar o pequeno grupo de vegetarianos e veganos que participaram da análise e comparar seus resultados do índice de aceitabilidade com as respostas totais. É observado que a faixa de aceitabilidade dos atributos eleva-se para valores entre 77,98 e 93,75%, sendo as amostras contendo acerola as de melhor textura e sabor e a amostra sem acerola a de melhor aparência, cor e aroma. Logo, percebe-se um aumento significativo do índice de aceitabilidade e uma mudança brusca na avaliação dos hambúrgueres quanto aos atributos aparência, cor, textura e sabor.

## **6. CONCLUSÃO**

O desenvolvimento de um produto alimentar vegetal que atuasse como fonte proteica da dieta em substituição à proteína animal utilizando grão-de-bico e resíduo agroindustrial de acerola foi possível, obtendo-se três formulações, sendo a primeira produzida sem acerola para fins de comparação. Analisando as propriedades físico-químicas desses alimentos e consultando a literatura, percebeu-se que os mesmos se encontram dentro dos padrões para hambúrgueres vegetais e são considerados alimentos não-ácidos, afirmando a eficácia do



bicarbonato de sódio na neutralização da acidez da acerola.

Quanto à composição centesimal, pode-se afirmar que os hambúrgueres possuem propriedades nutricionais aceitáveis, principalmente em relação as proteínas, comprovando-se que a adição do resíduo de acerola na composição não altera significativamente sua quantidade no alimento. A análise de lipídios confirmou que os hambúrgueres são uma boa fonte de reserva energética e que a adição de acerola na formulação reduz a quantidade de óleo necessária e, conseqüentemente, seu percentual de lipídios. A adição do resíduo de acerola no alimento também proporcionou o aumento do teor de matéria inorgânica (cinzas) e de fibra bruta em base seca, não sabendo ao certo o comportamento da fibra alimentar. Contrariando o esperado, os hambúrgueres com maior teor de carboidratos são os com menor quantidade de grão-de-bico.

Os hambúrgueres apresentaram poder calorífico elevado, sendo a amostra H1 a mais calórica por conter maior teor de lipídios e proteínas, enquanto as calorias das amostras H2 e H3 divergiram do esperado. O rendimento dos hambúrgueres foi bastante elevado e o percentual de encolhimento foi mínimo, ocorrendo até mesmo a expansão da amostra H1. Percebeu-se que os melhores resultados para ambas as análises foram das amostras com menor umidade e que esses resultados confirmam a grande capacidade de retenção de água pelas fibras do alimento de origem vegetal.

Em relação à análise sensorial, observou-se que os hambúrgueres contendo o resíduo de acerola teve melhor aceitação quanto à aparência e cor, devido a semelhança com um hambúrguer de carne bovina, enquanto o hambúrguer de grão-de-bico não agradou tanto visualmente devido, provavelmente, sua coloração amarelada que não remete a carne. O atributo textura obteve resultados equivalentes para as três amostras e foi o que menos agradou os avaliadores em geral. Todavia, os resultados da avaliação sensorial dos produtos foram positivos, mantendo-se o índice de aceitabilidade acima de 70% para todos os hambúrgueres em todos os atributos, com exceção da textura do hambúrguer H3 que se manteve bem próximo do mínimo. O melhor desempenho foi obtido pelo hambúrguer H1 de grão-de-bico por ter maior aceitabilidade nos atributos aroma, textura e sabor. Entre os hambúrgueres contendo acerola, a amostra H3 com 50% de acerola foi a de melhor resultado sensorial por possuir maior aceitabilidade nos atributos aparência, cor, aroma e sabor, podendo sua textura ser melhorada por meio de alterações na sua formulação. É possível que os resultados obtidos na sensorial tenham sido influenciados pelo hábito alimentar de grande parte dos avaliadores, uma vez que os onívoros não estão adaptados ao consumo exclusivo de alimentos vegetais como fonte proteica.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. **Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício.** Brazilian Journal of Food Technology, [s.l.], v. 12, n. 04, p.257-265, 13 jan. 2010. Institute of Food Technology.

AGEITEC (Agência Embrapa de Informação Tecnológica). **Árvore do conhecimento: Arroz: Características da planta.** Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe75wint02wx5eo07qw4xeclygdut.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

ALMEIDA, V. V. *et al.* **Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico.** Química Nova na Escola, [s.l.], v. 35, n. 1, p.34-40, fev. 2013.

AMORIM, Q. S. **Resíduos da Indústria Processadora de Polpas de Frutas: Capacidade Antioxidante e Fatores Antinutricionais.** 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetininga, 2016.

ARGÜELLES, L. M. **Por que é uma má notícia que a indústria se aproveite do ‘boom’ vegano?** 2018. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/24/ciencia/1524564407\\_811902.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/24/ciencia/1524564407_811902.html)>. Acesso em: 31 ago. 2018.

BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. M. **Arroz como alimento.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p.101-108, 2004.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. **Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, Porto Alegre, v. 57, n. 6, p.397-405, ago. 2013.

BORGES, J. T. S. *et al.* **Propriedades de cozimento e caracterização físicoquímica de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica.** Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 21, n. 2, p.303-322, jul./dez. 2003.

BORGES, K. C. **Estudo das características físico-químicas e funcionalidade de resíduos de frutas tropicais de [sidratados em leite de jorro.** 2011. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

Brasil. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

CATALANI, L. A. *et al.* **Fibras Alimentares**. Revista Brasileira de Nutrição Clínica, São Paulo, v. 18, n. 4, p.178-182, nov. 2003.

CHAVES, M. C. V. *et al.* **Caracterização físico-química do suco da acerola**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, [s.l.], v. 4, n. 2, 2º semestre. 2004.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Análise Mensal: Arroz**. Brasília: Conab, 2018.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. **Corantes Alimentícios**. B. ceppa, Curitiba, v. 20, n. 2, p.203-220, jul. 2002.

DORAZIO, B. **É tempo de acerola**. 2018. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/blog/nutricao-pratica/post/e-tempo-de-acerola.html>>. Acesso em: 05 set. 2018.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **A cultura da acerola**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 144 p.

Embrapa Arroz e Feijão. **Consumo Per capita de Arroz (*Oryza sativa* L.) e de Feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), no Brasil, de 1981 a 2016**. 2017. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/docs/arroz/consumopercapitaarrozefeijao.htm>>. Acesso em: 14 set. 2018.

FAO (Food and Agriculture Organization). **Rice Market Monitor**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/est/publications/rice-publications/rice-market-monitor-rmm/pt/>>. Acesso em: 14 set. 2018.

FAO (Food and Agriculture Organization). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofia/en/>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

FARIAS, P. K. S. *et al.* **Desenvolvimento e análise sensorial de diferentes tipos de hambúrgueres funcionais utilizando o reaproveitamento de alimentos**. Caderno de Ciências Agrárias, S.i., v. 8, n. 3, p.7-14, nov. 2016.

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. **Alterações Químicas e Nutricionais do Grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) Cru Irradiado e Submetido à Cocção**.

Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 26, n. 1, p.80-88, jan. 2006.

FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo); ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos). **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: Gráfica Ideal, 2010.

FRANÇA, G. L. **Proposta de um Guia para Desenvolvimento de Produto Vegano Alimentício, Case: Hambúrguer Vegano Congelado**. 2017. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FREITAS, C. A. S. *et al.* **Acerola: Produção, Composição, Aspectos Nutricionais e Produtos**. Current Agricultural Science and Technology, Pelotas, v. 12, n. 4, p.395-400, out-dez. 2006.

GIOIELLI, L. A. **Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia**. Revista Brasileira de Farmacognosia, [s.l.], v. 5, n. 2, p.211-232, 1996.

GREENPEACE BRASIL. **Relatório: Carne ao Molho Madeira**. São Paulo: Greenpeace Brasil, 2015.

HAUTRIVE, T. P. *et al.* **Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 1, p.95-101, dez. 2008.

HORTIESCOLHA. **Acerola: Guia de identificação**. 2017. Disponível em: <<http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/acerola>>. Acesso em: 05 set. 2018.

HUERTA, M. M. *et al.* **Características Químicas de um Novo Produto Tipo “Hambúrguer” à Base de Proteína Texturizada de Soja e Batata-doce**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 25., 2016, Gramado. Anais... . Gramado: sbCTA, 2016. p. 1 - 6.

IBOPE (Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística). **14% da população se declara vegetariana**. 2018. Disponível em: <<http://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/14-da-populacao-se-declara-vegetariana/>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

IMAZON. **Como reduzir a contribuição da pecuária brasileira para as mudanças**

**climáticas.** 2015. Disponível em: <<http://amazon.org.br/publicacoes/como-reduzir-a-contribuicao-da-pecuaria-brasileira-para-as-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Terra Class revela avanço de áreas em regeneração sobre pastagens na Amazônia.** 2012. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3780](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3780)>. Acesso em: 31 ago. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1 ,553p.

JACOB, P. **Veganismo: por que há cada vez mais adeptos desse estilo de vida?** 2018. Disponível em: <<https://casavogue.globo.com/LazerCultura/noticia/2018/03/veganismo-por-que-ha-cada-vez-mais-adeptos-desse-estilo-de-vida.html>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

LIMA, J. R. **Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju.** Ciência e Agrotecnologia, [s.l.], v. 32, n. 1, p.191-195, fev. 2008.

LIMA, J. R. *et al.* **Hambúrguer Vegetal de Fibra de Caju e Proteína Texturizada de Soja: Obtenção e Avaliação de Viabilidade Econômica da Produção.** Fortaleza: Embrapa, 2013.

LIMA, J. R. **Hambúrguer de Caju: Elaboração e Características.** Fortaleza: Embrapa, 2007.

LIMA, P. C. C. *et al.* **Utilização de Resíduo do Processamento de Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) na Confecção de Biscoito Tipo Língua de Gato.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p.1488-1500, 2014.

LOUSADA JÚNIOR, J. E. *et al.* **Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 37, n. 1, p.70-76, 2006.

LUZ, M. R. M. P.; POIAN, A. T. **O Ensino Classificatório do Metabolismo Humano.** Ciência e Cultura, São Paulo, v. 57, n. 4, p.43-45, out. 2005.

MANARA, W.; RIBEIRO, N. D. **GRÃO-DE-BICO.** *Ciência Rural*, [s.l.], v. 22, n. 3, p.359-365, dez. 1992.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia.** 2007. 55 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de

Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MATTA, V. M. *et al.* **Polpa de Fruta Congelada**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 38 f.

MÉLO, B. C. A. **Produção de Celulases por Fermentação em Estado Sólido em Resíduo de Acerola (*Malpighia sp.*) Utilizando *Trichoderma reesei***. 2016. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MOREIRA, G. E. G. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

Mr. VEGGY. **Hambúrguer de Grão de bico**. 2018. Disponível em: <<http://mrvegggy.com/produtos/hamburguer-grao-de-bico/>>. Acesso em: 10 nov. 2018

MÜZELL, L. **Cada vez mais comuns, peixes de cativeiro trazem riscos ambientais e à saúde**. 2013. Disponível em: <<http://pt.rfi.fr/geral/20131212-cada-vez-mais-comuns-peixes-de-cativeiro-trazem-riscos-ambientais-e-saude>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C.R. **Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil**. Revista Virtual de Química, Boa Vista, v. 7, n. 6, p.1968-1987, jul. 2015.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, HOMERO B. S. V.; GIORDANO, L. B. **Cultivo do Grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*)**. Brasília: Embrapa, 1998.

NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, 4.ed. Campinas: BookEditora, 2011. 26-27p; 36-37p; 62-63p.

ORMENESE, R C. S. C.; CHANG, Y. K. **Massas alimentícias de arroz: Uma revisão**. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 20, n. 2, p.175-190, jul./dez. 2002.

RODRIGUES, P.; CIPRIANO, R. **Pesquisa quer expandir produção de grão-de-bico no Cerrado**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26182629/pesquisa-quer-expandir-producao-de-grao-de-bico-no-cerrado>>. Acesso

em: 10 set. 2018.

RUFINI, J. C.M. *et al.* **O Cultivo da Aceroleira**. Sete Lagoas: Universidade Federal de São João del Rei, 2015.

SANTOS, A. B. **Árvore do conhecimento: Arroz: Sistema de cultivo**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000g1wcnzza02wx5ok0ha2lipwbeel46.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

SANTOS, T. **Grão-de-bico produzido em GO conquista o mercado internacional**. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globorural/noticia/2017/09/grao-de-bico-produzido-em-go-conquista-o-mercado-internacional.html>>. Acesso em: 10 set. 2018.

SCHMIDT, C. A. *et al.* **Análise bioquímica e qualidade da alimentação dos vegetarianos**. In: III Seminário de Práticas em Educação e Saúde e II Simpósio da Clínica Universitária Regional de Educação e Saúde, 2013, Lajeado. **Anais...** . Lajeado: Univates, 2013. p. 48.

SEABRA, L. M. J. *et al.* **Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, [s.l.], v. 22, n. 3, p.245-248, dez. 2002.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **O cultivo e o mercado da acerola**. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-acerola,db7b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 05 set. 2018.

SILVA, A. L.; MIRANDA, G. F.; LIBERALI, R. **A Influência dos Carboidratos Antes, Durante e Após Treinos de Alta Intensidade**. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo, v. 2, n. 10, p.211-224, jul. 2008.

SILVA, M. L. C.*et al.* **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p.669-681, jul. 2010.

SILVA, O. F. **Árvore do conhecimento: Arroz: Estatísticas de produção**. 2014. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe7457q102wx5eo07qw4xezy8czjj.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

SILVA, R. A. **Efeito do pré-tratamento ácido seguido de básico na hidrólise enzimática**

**do resíduo de acerola.** 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

SILVA, R. V. T. O. **Resíduos de coco, acerola e caju para produção de carvão ativado.** 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVEIRA, J. A. C. *et al.* **Association between overweight and consumption of ultra-processed food and sugar-sweetened beverages among vegetarians.** Revista de Nutrição, [s.l.], v. 30, n. 4, p.431-441, ago. 2017.

SIZER, F. S.; WHITNEY, E. N. **Nutrição: conceitos e controvérsias.** Tradução de Nelson Gomes de Oliveira et.al. 8. ed. Barueri-SP: Manole, 2003.

SOBRINHO, I.S. B. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas.** 2014. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

SOCIEDADE VEGANA. **Veganismo.** 2011. Disponível em: <<http://sociedadevegana.org/textos-fundamentais/veganismo/>>. Acesso em: 31 ago. 2018

SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. **Fome e Dignidade Humana.** 2017. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/vegetarianismo1/dignidade-humana>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos.** Florianópolis: UFSC, 1987.182 p.

TEIXEIRA, L. V. **Análise Sensorial na Indústria de Alimentos.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [s.l.], v. 64, n. 366, p.12-21, jan. 2009.

VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação de alimentos.** Recife: EDUFRPE, 2010. 122 p.

WALLACE, T.; MURRAY, R.; ZELMAN, K. **The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus.** Nutrients, [s.l.], v. 8, n. 12, p.766-775, 29 nov. 2016.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E; AVILA, L. A. **Arroz: composição e características nutricionais.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 4, p.1184-1192, jul. 2008.