

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Desenvolvimento de bebida energética para atletas a partir de polpa de  
Jamelão (*Syzygium Cumini* L. Skeels) e mistura de carboidratos:  
avaliação sensorial e da capacidade antioxidante**

**CAMILA GOMES NUNES**

**2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**Desenvolvimento de bebida energética para atletas a partir de polpa de  
Jamelão (*Syzygium Cumini* L. Skeels) e mistura de carboidratos:  
avaliação sensorial e da capacidade antioxidante**

**CAMILA GOMES NUNES**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa**  
**(Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, *in memoriam*)**

*e Co-orientação da Professora*  
**Dr. Thadia Turon Costa da Silva**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência dos Alimentos.

**Seropédica, RJ  
Agosto de 2016**

664.07

N972d

T

Nunes, Camila Gomes, 1990-

Desenvolvimento de bebida energética para atletas a partir de polpa de jamelão (*Syzygium Cumini* L. Skeels) e mistura de carboidratos: avaliação sensorial e da capacidade antioxidante / Camila Gomes Nunes - 2016.

54 f.: il.

Orientador: Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 47-51.

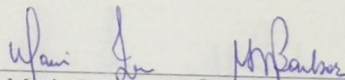
1. Alimentos - Análise - Teses. 2. Alimentos - Avaliação sensorial - Teses. 3. Polpa de frutas - Teses. 4. Antocianinas - Teses. 5. Fenóis - Teses. 6. Atletas - Nutrição - Teses. I. Barbosa, Maria Ivone Martins Jacintho, 1977-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

CAMILA GOMES NUNES

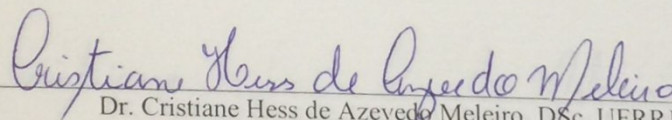
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/08/2016



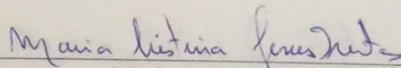
---

Dr. Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa  
(Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, *in memoriam*)  
(Orientador)



---

Dr. Cristiane Hess de Azevedo Meleiro, DSc. UFRRJ



---

Maria Cristina Jesus Freitas, DSc. UFRJ

## DEDICATÓRIA

*Dedico essa conquista à memória do meu querido e inesquecível mestre Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur. A quem devo a idealização, realização e finalização desse trabalho. A ele sou eternamente grata por toda dedicação, apoio, ensinamentos, palavras de incentivo, abraços apertados, amizade e acima de tudo aprendi ter todo o amor pela docência. Espero um dia ser metade do profissional que ele foi. Obrigada por tudo mestre. Nos veremos um dia.*

*Dedico essa conquista também, a minha amada sobrinha e afilhada Laura. No meio de todas as turbulências da vida, sua chegada me fez querer fazer do mundo um lugar melhor.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos que tenho recebido e por iluminar todos os meus caminhos na busca do aperfeiçoamento constante tanto profissional quanto espiritual.

Agradeço imensamente a minha Co-orientadora, Thadia, que nesses momentos finais deu todo o apoio e dedicação para a conclusão desse trabalho. Obrigada por toda a orientação, conselhos e ensinamentos que contribuíram de maneira ímpar para meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço aos meus Pais, Nilcea e João. Por me darem a vida e serem tão compreensíveis e apoiadores nessa minha jornada em busca dos meus sonhos.

Agradeço ao meu irmão Felipe e minha cunhada Flávia, por todo o incentivo para iniciar esse desafio, por todos os momentos de alegria compartilhados e por terem me dado o melhor presente da vida, minha sobrinha Laura.

Agradeço a minha grande família, todos os tios, tias, primas, madrinha pelo real sentido de felicidade, união e companheirismo.

Agradeço ao meu namorado Gil, por todo o apoio nos momentos de desespero, constante incentivo, por vibrar comigo as minhas conquistas e principalmente por compreender meus momentos de ausência para a realização desse trabalho.

Agradeço as amigas de toda uma vida por compartilharem todas as minhas conquistas comigo. Agnes, Clara, Luiza, Renata e Thaiza. Amo vocês.

Agradeço ao melhores amigos nutricionistas que os anos de graduação me deram: Vitória, Liliane, Fernanda S., Fernanda C, Luiza, Mariana e Thayse. Obrigada por todo incentivo e apoio durante essa jornada. Agradeço em especial, meu melhor amigo, Luiz Fernando, por todo auxílio técnico e emocional nesse trabalho e em toda uma vida.

Aos melhores amigos que esse mestrado me proporcionou: Pedro Campinho e Mayla Leite, obrigada por todo apoio e companheirismo durante a minha estadia em Seropédica. Sinto saudades todos os dias do nosso tempo juntos.

As companheiras do grupo de pesquisa: Verona Borges e Carolina Martins. Obrigada por toda a ajuda e tempo que compartilhamos juntas e a minha querida aluna, Gabriella Rebouças que a dedicação a esse trabalho fez com que esse sonho fosse possível.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRRJ e ao Instituto de Tecnologia/IT, pelo valioso aprendizado durante o curso.

A todos aqueles que de alguma maneira torceram por mim e que não foram citados. Muitíssimo obrigada.

## RESUMO

NUNES, Camila Gomes. **Desenvolvimento de bebida energética para atletas a partir de polpa de Jamelão (*Syzygium Cumini* L. Skeels) e mistura de carboidratos: avaliação sensorial e da capacidade antioxidante.** 54p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Apesar do valor nutricional e funcional, os frutos dos jamelãozeiros (*Syzygium Cumini* L. Skeels) conhecidos como jamelões, são pouco consumidos. Nas épocas de safra, a produção é abundante, no entanto, não há uso racional do fruto. A polpa desse fruto apresenta alto teor de antocianinas, que lhe confere alto potencial antioxidante. A prática de exercícios físicos gera radicais livres no organismo que conta com o sistema de defesa antioxidante, a eficácia desse sistema é modulada pela ingestão de nutrientes e outros compostos com potencial antioxidante, como os presentes no jamelão. Desenvolver formulação de bebida energética pronta para consumo com polpa de jamelão e mistura de carboidratos, 100% natural, sem corantes e aromatizantes. Foram produzidas 11 diferentes formulações conforme a RDC/ANVISA nº18/2010, com variações no teor de polpa e do mix de carboidratos. As amostras foram submetidas a análise sensorial pelo método de aceitação com consumidores e as 4 amostras com maiores médias passaram por nova análise sensorial pelo método de aceitação com atletas e foram submetidas também a: Análise física, química e físico-química, atividade antioxidante pelos métodos DPPH, teor de antocianinas e teor de compostos fenólicos totais. As formulações 4,5,8 e 11 obtiveram as maiores médias com os consumidores sendo a amostra 11 a de maior aceitação pelos atletas. A amostra 8 apresentou maior teor de antocianina diferindo das demais. As amostra 4 e 5 apresentaram maiores teores de compostos fenólicos sendo a amostra 4 a que apresentou maior atividade antioxidante. Em conclusão, a bebida desenvolvida apresentou teores elevados e satisfatórios de compostos antioxidantes e boa aceitação entre os atletas. Logo, a produção de uma bebida energética e funcional para atletas é favorável e o desenvolvimento de novos produtos envolvendo o jamelão como matéria-prima devem ser incentivados e explorados.

**Palavras-Chave:** Produto energético, antocianinas, compostos fenólicos.

## ABSTRACT

NUNES, Camila Gomes. **Development of energy drink for athletes from Jamelão pulp (*L. Syzygium Cumini* Skeels) and mixture of carbohydrate: antioxidant and sensory capacity**. 54p. Dissertation (Master Science in Food Science and Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Despite the nutritional and functional value the fruits of jamelãozeiros (*Syzygium Cumini* L. Skeels) known as jamelões are little consumed. In harvest seasons, production is abundant, however, there is no rational use of the fruit. The pulp of this fruit has a high content of anthocyanin, which gives it high antioxidant potential. The practice of physical exercise generates free radicals in the body, which has the antioxidant defense system; the effectiveness of this system is modulated by the intake of nutrients and other compounds with antioxidant potential, as presents in Jamelão. The aim of the paper was develop energy drink, formulation for use with Jamelão pulp and mix of carbohydrates, 100% natural, without colorings and flavorings. 11 formulations were produced according to the RDC / ANVISA nº18/2010, with variations in pulp content and mix of carbohydrates. The samples were subjected to sensory evaluation by the acceptance method with consumers and 4 samples with higher averages passed new sensory analysis by athletes, acceptance method and were also submitted to: physical analysis, chemical and physico-chemical, antioxidant activity by methods DPPH, anthocyanin content and content of phenolic compounds. The formulations 4,5,8 and 11 obtained the highest average with consumers and the sample 11 to greater acceptance by athletes. The sample 8 had higher anthocyanin content differing from the other. The sample 4 and 5 showed higher levels of phenolic and the sample 4 presented the highest antioxidant activity. In conclusion, the beverage had high and satisfactory levels of antioxidants and good acceptance by athletes. Therefore, the production of energy and functional drink for athletes and favors the development of new products using Jamelão must be encouraged and exploited.

Keywords: Energy product, anthocyanin, phenolic compounds.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
1.2.1. OBJETIVO GERAL	9
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>9</b>
<b>2.1 BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO FÍSICO</b>	<b>9</b>
<b>2.2 FORMAÇÃO DE RADICAIS LIVRES</b>	<b>10</b>
<b>2.3 ANTIOXIDANTES</b>	<b>13</b>
<b>2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1 ANTOCIANINAS</b>	<b>15</b>
<b>2.6 JAMELÃO</b>	<b>17</b>
<b>2.7 IMPORTÂNCIA DOS CARBOIDRATOS</b>	<b>20</b>
2.7.1 LEGISLAÇÃO	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>22</b>
<b>3.1 COLHEITA</b>	<b>22</b>
<b>3.2 LAVAGEM E DESINFECÇÃO</b>	<b>22</b>
<b>3.3 DESPOLPAMENTO</b>	<b>23</b>
<b>3.4 FORMULAÇÃO DO PRODUTO</b>	<b>23</b>
3.4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.4.2 PREPARO DA AMOSTRA	25
<b>3.5 TRATAMENTO TÉRMICO</b>	<b>25</b>
<b>3.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA</b>	<b>26</b>
<b>3.7 ANÁLISE SENSORIAL DO PRODUTO DESENVOLVIDO</b>	<b>26</b>
<b>3.8 DETERMINAÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS</b>	<b>27</b>
3.8.1 UMIDADE	27
3.8.2 SÓLIDOS TOTAIS (ST)	27
3.8.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)	28
3.8.4 PH	28
3.8.5 ACIDEZ TOTAL	28
3.8.6 LIPÍDIOS	28
3.8.7 PROTEÍNA TOTAL	29
3.8.8 RESÍDUOS MINERAIS FIXOS (CINZAS)	29
3.8.9 FIBRA TOTAL - SOLÚVEL E INSOLÚVEL	29
<b>3.9 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE</b>	<b>29</b>
3.9.1 DETERMINAÇÃO DE ANTOCIANINAS TOTAIS	29
3.9.2 TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS	30
3.9.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DPPH	31
<b>3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>31</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>32</b>
<b>4.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA</b>	<b>32</b>
<b>4.2 ANÁLISE SENSORIAL</b>	<b>33</b>
<b>4.3 CARACTERÍSTICA FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS.</b>	<b>37</b>
<b>4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL</b>	<b>38</b>
<b>4.5 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b>	<b>39</b>
<b>4.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE</b>	<b>40</b>

4.6.1 – DETERMINAÇÃO DE ANTOCIANINAS TOTAIS	40
4.6.2 – TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS	42
4.6.3 – ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH	44
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>46</b>
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>47</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>52</b>
7.1 ANEXO A – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL	52
7.2 ANEXO B – CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO	53
7.3 ANEXO C – ACEITA COMITÊ DE ÉTICA	54

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo adequado de macro e micronutrientes, assim como compostos bioativos e antioxidantes é essencial para a manutenção de uma vida saudável principalmente em atletas. É sabido que a prática de exercícios físicos gera radicais livres no organismo, que em excesso leva ao estresse oxidativo gerando danos celulares. Essa formação de espécies reativas de oxigênio são combatidas pelo sistema antioxidante do corpo, que é modulado por nutrientes.

Os carboidratos estão diretamente relacionados ao metabolismo energético. Durante uma atividade prolongada e/ou com alta intensidade a necessidade de glicose aumenta consideravelmente, uma vez que seus níveis circulantes no sangue caem, assim uma boa reserva de glicogênio e o fornecimento de carboidratos são de suma importância para o desempenho do atleta. Uma vez que os estoques de carboidratos do corpo são limitados e muitas das vezes, as quantidades desses estoques são inferiores as necessidades dos atletas, a reposição constante de água, eletrólitos e carboidratos, durante treino e competições prolongadas são altamente recomendados.

Os carboidratos podem ser consumidos de 3 maneiras: Na forma básica, como cereais, frutas vegetais e leguminosas; Carboidratos purificados adicionados a preparações ou ainda dissolvidos em bebidas. A reposição de carboidratos é recomendada para evitar a fadiga e manter os níveis de glicemia. O ideal é consumir os carboidratos junto com água para evitar também a desidratação e auxiliar na digestão do carboidrato, assim uma bebida energética é de suma importância para o meio esportivo.

Dessa forma, o trabalho explora os benefícios nutricionais e funcionais pouco conhecidos do Jamelão, a partir do desenvolvimento de produto elaborado com a polpa e mistura de carboidratos destinado a atletas. Para isso realizou-se delineamento experimental variando o percentual de polpa de carboidrato nas diferentes formulações que foram testadas por consumidores não atletas e atletas e avaliadas quanto a sua composição, características físico-químicas, atividade antioxidantes e qualidade microbiológica.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver bebida energética pronta para o consumo formulada com polpa de jamelão e misturas de carboidratos, 100% natural, com alto teor de antioxidantes, sem adição de corantes e aromatizantes, indicado a praticantes de atividades esportivas.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a qualidade microbiológica das formulações desenvolvidas
- Avaliar a aceitação dos produtos por meio de testes sensoriais, entre consumidores atletas e não atletas.
- Avaliar a composição química e características físico-químicas das formulações desenvolvidas de melhor aceitação.
- Determinar o teor de antocianinas e fenólicos totais das formulações desenvolvidas
- Analisar a atividade antioxidantes das formulações desenvolvidas pelo método do DPPH.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Benefícios do exercício físico

Já é bastante conhecido os efeitos benéficos ao organismo com uma prática regular e moderada de atividades físicas regularmente, apesar de ser uma forma de estresse quando existe exposição crônica, não há efeitos deletérios, pois o organismo humano é capaz de gerar respostas adaptativas e se proteger contra os pequenos danos gerados, como o aumento de radicais livres durante o exercício (RADAK *et.al.*, 2007).

Estudos mais recentes como o de Becker-Grunig e colaboradores (2013), demonstram uma relação positiva entre diversas doenças crônicas não transmissíveis e o exercício físico. Os autores avaliaram o efeito do treinamento físico em pacientes com doença cardíaca congênita associada a hipertensão arterial pulmonar por 2 anos e apesar das limitações do estudo, os resultados indicam que o treinamento físico foi capaz de melhorar a capacidade de trabalho, qualidade de vida e outros parâmetros relevantes em prognósticos da doença, melhorando a taxa de sobrevivência.

Kuçukçakir e colaboradores (2013), avaliaram os efeitos do pilates sobre a dor, capacidade funcional e qualidade de vida em mulher na pós-menopausa com osteoporose durante 1 ano. Os autores observaram que a inclusão da atividade física apresentou melhora significativa na dor, capacidade funcional e na qualidade de vida das mulheres na pós-menopausa.

Hardee e colaboradores (2014) avaliaram associações entre atividade física de lazer e atividade física de resistência em causas de mortalidade em sobreviventes do câncer. Os autores concluíram que o exercício físico de resistência é benéfico para a saúde e reduz a mortalidade por qualquer causa prévia.

Spielman e colaboradores (2016) verificaram em sua revisão que a atividade física atenua a neuro-inflamação em doenças neurológicas. Os autores sugerem que a atividade física tem efeito na progressão de doenças como transtorno depressivo, esquizofrenia, Alzheimer e Parkinson, onde ser fisicamente ativo protege o cérebro, elevando a expressão de fatores neurotróficos, aumentando a liberação de neurotransmissores e aumentando a neurogênese, isso com a redução da inflamação, uma vez que essas doenças possuem um estado de neuro-inflamação crônica.

E por fim, Nogueira e colaboradores (2016) observaram o efeito do exercício físico sobre a reparação óssea. Os autores observaram que o exercício físico teve um efeito positivo na reparação óssea, aumentando a densidade mineral óssea, conteúdo mineral ósseo, taxa de formação óssea, colágeno tipo 1 e expressão da osteocalcina. Os resultados indicaram que o exercício físico leva a um efeito osteogênico importante e mesmo após indução de inflamação sistêmica, o efeito não é alterado.

## **2.2 Formação de radicais livres**

Apesar do exercício físico trazer muitos benefícios a saúde, sua prática também leva a formação de espécies reativas de oxigênio que em excesso podem ser nocivas a saúde.

As espécies reativas de oxigênio (EROs) são formadas naturalmente durante os processos metabólicos oxidativos que ocorrem na mitocôndria, membranas celulares e no citoplasma. Nos organismos aeróbios, como o homem, o oxigênio ( $O_2$ ) é utilizado para a produção de energia. A redução do oxigênio em água fornece energia. O  $O_2$  é utilizado como acceptor final de elétrons na cadeia respiratória, sendo reduzido a  $H_2O$  na mitocôndria através da cadeia transportadora de elétrons é a principal geradora dessas espécies. (STILLWAY, 2007).

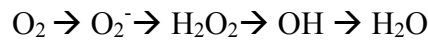


Figura 1: redução de oxigênio em água

Cerca de 95 a 98% do oxigênio consumido durante a respiração celular é para a produção de energia, de 2 a 5% do oxigênio consumido é reduzido parcialmente gerando as EROs, especificamente o ânion superóxido ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ), considerado precursor de muitas EROs principalmente nos complexos I (NADPH-ubiquinona oxidoreductase) e complexo III (citocromo c redutase). Elétrons que “vazam” do processo reagem com o oxigênio molecular e geram o radical ânion superóxido (NETO, 2012). A dismutação do  $\text{O}_2$ , tanto espontaneamente como pela reação catalisada pela superóxido dismutase (SOD), produz o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ):

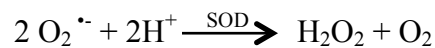


Figura 2: Dismutação do oxigênio

A espécie pode ser reduzida totalmente à água ou parcialmente ao radical hidroxila ( $\cdot\text{OH}$ ).

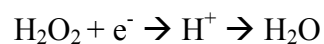
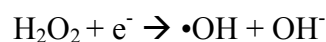


Figura 3: Redução do peróxido de hidrogênio

Entre as EROs, o radical hidroxila é considerado, de longe, a espécie mais reativa e danosa da natureza e em teoria pode oxidar qualquer molécula biológica viva: açúcares aminoácidos, fosfolipídios, DNA e ácidos orgânicos. É a ERO mais deletéria devido a sua curta meia-vida, o que dificulta seu sequestro in vivo (FRIDOVICH, 1998).

Durante a prática de exercício físico há um aumento de cerca de 25 vezes o consumo de oxigênio total ( $\text{VO}_2$ ) e conseqüentemente ocorre um aumento na produção dos radicais livres pois a mitocôndria em repouso utiliza o oxigênio em menor intensidade. A medida que o corpo consome ATP durante o exercício, esse é convertido em ADP. Dessa forma, a respiração celular aumenta para restabelecer o gradiente de prótons (STILLWAY, 2007). Os radicais possuem utilidade para o organismo, participando da ativação do sistema imunológico, geração de energia através da cadeia

transportadora de elétrons, fertilização do óvulo, ativação de genes, entre outros. (ABUD, ABUD & DIDIO, 1999). Quando em excesso passam a conferir efeito deletério ao organismo podendo promover a oxidação da camada lipídica da membrana celular, danos as proteínas e ao DNA.

O estresse oxidativo ocorre quando a célula acumula excesso de EROs. O desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a eficiência de radicais livres leva a esse quadro. O nível de exaustão do indivíduo que realiza o exercício é que vai determinar o grau do estresse oxidativo e do dano muscular e não a intensidade do exercício em si (VIÑA, *et al.*, 2000).

Diversas doenças como diabetes, câncer, doença de Parkinson, doenças cardiovasculares, aterosclerose, ischemia-reperfusão e o envelhecimento acelerado estão relacionados com o acúmulo de danos oxidativos em lipídios, proteínas e no DNA. O estresse oxidativo gerado pelas ERO pode reduzir a expressão de genes relacionados com as enzimas antioxidantes. Os níveis anormais de ERO e o declínio das defesas antioxidantes podem levar ao dano celular de organelas e enzimas, aumentando a peroxidação lipídica e desenvolvendo resistência a insulina, por exemplo. (Maritim *et al.*, 2003).

Cardoso e colaboradores (2012) avaliaram o efeito agudo de exercícios de resistência e aeróbicos intensos no estresse oxidativo em mulheres de meia idade. Os autores observaram que houve um aumento significativo nos marcadores de estresse oxidativo e uma diminuição na atividade antioxidante. Houve correlação negativa entre os marcadores de dano e defesa. Assim, os autores concluíram que o exercício físico agudo leva a uma quadro de estresse oxidativo em mulheres treinadas e não-treinadas, porém, nas mulheres treinadas há uma melhora na capacidade antioxidante e menores danos oxidativos.

Varamenti e colaboradores (2013) avaliaram o estresse oxidativo e inflamação em mulheres atletas de polo aquático durante 1 ano. Os autores concluíram que nas fases de treino mais intensas, os marcadores oxidativos como o ácido tiobarbitúrico esteve aumentado e a capacidade antioxidante total esteve diminuída. Os autores sugerem que em momentos de maior treinamento, deve-se tomar atitudes frente a saúde dos atletas para proteção e melhora da performance.

### 2.3 Antioxidantes

Antioxidante é uma substância sintética ou natural, que em baixas concentrações é capaz de prevenir ou retardar a oxidação protegendo o tecido animal contra danos. Quando o mecanismo de ação do antioxidante for através da reação com radicais livres, o novo radical formado deve ser estável e incapaz de propagar uma reação (SUHAJ, 2006).

O mecanismo de defesa antioxidante é constituído por grande variedade de substâncias antioxidantes, que podem ter origem endógena, desenvolvido pelos seres humanos, tais como glutathione peroxidase (GPx), a catalase (CAT) e a superóxido dismutase (SOD), que são capazes de metabolizar superóxidos, peróxido de hidrogênio e peróxido de lipídios impedindo a formação de  $\cdot\text{OH}$ . Podem também ter origem exógena, obtidos através da dieta, destacando-se as vitaminas A, C, E e alguns compostos bioativos como os fitoquímicos.

Segundo Shahidi e Naczk (2004) os antioxidantes podem ser classificados em antioxidantes primários e secundários. Os primários interrompem a cadeia de reações através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres modificando-os em produtos estáveis. Enquanto os secundários reduzem ou retardam a taxa de iniciação da oxidação.

Os mecanismos de ação dos antioxidantes se dão por eliminar espécies reativas de oxigênio, manter o mecanismo antioxidante de defesa regulado e protegido e retardar a formação de espécies reativas tanto pela inibição enzimática como por quelar elementos envolvidos na produção dos radicais livres (BIANCHI E ANTUNES, 1999).

Os antioxidantes ajudam na proteção do organismo humano contra os danos oxidativos e doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, entre outras (STANNER, 2004).

God e colaboradores (2010) avaliaram o efeito da capacidade antioxidante das framboesas vermelhas na morte de células cancerosas de estômago e cólon. Os autores concluíram que a capacidade antioxidante do extrato aquoso a partir de framboesas vermelhas foi capaz de inibir a proliferação de células tumorais *in vitro*, mas outros componentes do extrato são responsáveis também por muito do seu efeito anti-proliferativo. Esses efeitos podem ser explicados pela modificação na expressão do gene através da epigenética induzido pelo extrato ou aumento da eficiência do sistema imune no ataque das células tumorais.



Muñoz e colaboradores (2016) avaliaram os efeitos do suco de romã sobre o estresse oxidativo em atletas. O suco de romã possui alta atividade antioxidante devido aos seus compostos bioativos como os polifenóis. Os autores concluíram que o consumo do suco de romã durante 21 dias em atletas reduziram o dano oxidativo causado pelo exercício.

## 2.4 Compostos Fenólicos

Dentre os antioxidantes, podemos citar os compostos fenólicos. São amplamente distribuídas no reino vegetal e tem origem do metabolismo secundário de plantas quando há condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações UV dentre outros (DEGÁSPARI E WASZCZYNSKYJ, 2004).

Estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos são responsáveis pela capacidade antioxidante de vários frutos e vegetais, além das vitaminas C, E e carotenoides.

Avello e colaboradores (2013) avaliaram o conteúdo de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos extratos de folhas de *Ugni molinae Turcz.*, Myrtaceae. Os autores observaram grande quantidade de compostos fenólicos assim como uma alta capacidade antioxidante do extrato.

Sumczynski e colaboradores (2016) avaliaram o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante de arroz negro e vermelho. Os autores observaram uma correlação positiva entre o teor de compostos fenólicos identificados como a quercetina e a capacidade antioxidante.

Dentre os compostos fenólicos, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (ANGELO E JORGE, 2007).

Os alimentos de origem vegetal são fontes de vitaminas, minerais, fibras, carboidratos e de compostos bioativos, principalmente os polifenóis, um grupo de fitoquímicos reconhecido como o antioxidante mais abundante em nossa dieta (FALLER & FIALHO, 2009). Sua estrutura química contém pelo menos um anel aromático, o qual está unido a uma ou mais hidroxilas e, dependendo do número e da posição dessas hidroxilas na cadeia, esses compostos apresentam distintas propriedades de se complexar com os radicais livres, neutralizando-os (SOUSA et al, 2011). São classificados como compostos fenólicos os flavonóides (flavonóis e flavonas), os ácidos fenólicos, os estilbenos e lignanas que se encontram presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) ou proteínas.

De acordo com Karakaya e colaboradores (2004) e Ribeiro e colaboradores (2011) a classificação dos compostos fenólicos se divide em dois grupos:

- **Ácidos fenólicos:** São subdivididos em 2 grupos: os derivados do ácido hidroxibenzóico e os derivados do ácido hidroxicinâmico.
  - Ácidos Hidroxibenzóicos → Gálico; Protocaté-quico; Vanílico; Siríngico.
  - Ácidos Hidróxicinâmicos → p-cumário; Cafeico; Ferúlico; Sináptico.
  
- **Flavonóides:** Sua estrutura química consiste em dois anéis aromáticos unidos por um heterociclo oxigenado. A sua estrutura química permite que sejam classificados em:
  - Flavonóis: Quercitina; Kampferol; Miricitina; Galanginina.
  - Flavonas: Apigenina; Luteolina; Crisina.
  - Flavanóis: Catequina; Epicatequina; Epigallocatequina.
  - Flavanonas: Eriodictol; Heperidina; Narigenina.
  - Antocianidinas: Cianidina; Pelargonina; Delfinidina; Peonidina; Malvinidina.
  - Isoflavonóides: Genisteína; Daidzeína; Glicteína.

#### 2.4.1 Antocianinas

As antocianinas são um subgrupo dos flavonóides, que trata-se de um dos grupos de pigmentos de maior distribuição no reino vegetal. Elas conferem várias nuances de cores nas plantas como azul, roxo, violeta, magenta, vermelho e laranja. Sua cor depende da presença e do número de substituintes ligados à molécula ( FENEMMA, 2010). A estrutura básica das antocianinas é o 2- fenilbenzopirona do sal *flavylium* e está representada na Figura 4.

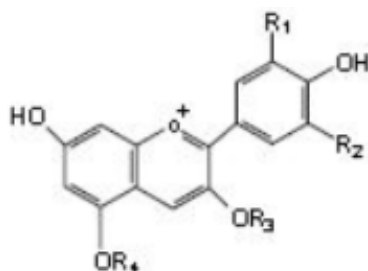


Figura 4: Estrutura básica das antocianinas

Esses compostos são capazes de agir como antioxidantes. Esse potencial é dependente do número e da posição dos grupos hidroxilas e sua conjugação, assim como da presença de elétrons doadores no anel da estrutura, devido à capacidade que o grupo aromático possui de suportar o desemparelhamento de elétrons (VOLP et al., 2008).

As antocianinas apresentam uma grande diversidade estrutural, apresentando assim mais de 600 identificações em plantas de todo o mundo, mas apenas seis são importantes na tecnologia de alimentos: pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina e malvidina. As demais são relativamente raras e são normalmente encontradas em flores e folhas (FENNEMA, 2010).

As antocianinas são encontradas em diversos alimentos como: uva, maçã, feijão preto, morango, amora, jabuticaba, cerejas, jambolão, chicória, cenouras púrpuras, dentre outros, estando presente também em alimentos derivados de frutas como sucos, geléias, licores e vinhos.

A eficiência da atividade antioxidante das antocianinas vem sendo comprovada por estudos recentes como o de Machin e colaboradores (2014). Os autores observaram os efeitos de diferentes dosagens da suplementação de suco de romã sobre a recuperação de força isométrica após exercício excêntrico. Os indivíduos receberam suco de romã uma ou duas vezes ao dia. Os autores concluíram que a suplementação com suco de romã aumenta a recuperação da força na perna e braço músculos após o exercício excêntrico; No entanto, nenhum efeito de resposta à dose estava presente, logo, a suplementação de uma vez ao dia suco de romã não é diferente de suplementação duas vezes por dia em relação à recuperação da força após o exercício excêntrico.

McLeay e colaboradores (2012) estudaram o efeito das antocianinas e polifenóis do blueberry e observaram que sua ingestão antes e após a lesão muscular induzida pelo exercício. Os autores concluíram que a ingestão de um smoothie de mirtilo acelera a recuperação do pico de força muscular isométrica, que parece envolver um aumento da regulação de processos adaptativos (processos antioxidantes endógenos, ativado pelas ações combinadas do exercício excêntrico e consumo de blueberry).

Morillas-Ruiz e colaboradores (2006) observaram o efeito dos antioxidantes polifenólicos sobre o estresse oxidativo induzido pelo exercício. No estudo foram observados a ação de uma bebida que continha carboidratos a partir de frutos como uva,

framboesa e groselha vermelha sobre o estresse oxidativo em desportistas. A bebida apresentou alto teor de antocianinas (758,6 mg/l). Os autores concluíram que em ciclistas treinados, atividade física aeróbica nos testes de esforço gerou dano muscular e estresse oxidativo causado pelo exercício. Em resposta ao exercício extenuante, o teste com a bebida mostrou um aumento menor na oxidação lipídica e na creatina-quinase do que o teste com placebo. A oxidação de proteínas aumentaram 12% em resposta ao ensaio de placebo, ao passo que diminuiu em 23% no teste com a suplementação da bebida. Assim, a bebida com antioxidantes fenólicos provou ser capaz de reduzir o grau de oxidação de proteínas provocada pela atividade física.

Banerjee e colaboradores (2005) avaliaram a atividade antioxidante da casca do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. Os autores utilizaram diferentes ensaios, como pesquisa de radicais hidroxila baseados em diferentes métodos. A capacidade antioxidante total foi determinada na pesquisa baseada na redução de Mo(VI)–Mo(V) pelo extrato e subsequente formação de um complexo verde-fosfato/Mo(V). A conclusão foi que em todos os sistemas existiu uma correlação significativa entre a concentração do extrato da casca do fruto de jamelão e o percentual de inibição de radicais livres e peroxidação lipídica atribuídas a presença de vitaminas antioxidantes, fenólicos ou taninos e antocianinas na fruta.

## 2.6 Jamelão

O jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels) é um fruto que cresce espontaneamente em quase todo território brasileiro. Na região do Grande Rio e municípios do estado, a população de indivíduos dessa espécie vegetal é imensurável. Uma das poucas utilidades dessa árvore no estado do Rio de Janeiro é para sombreamento urbano. No período de safra, que vai de janeiro a maio, a quantidade de frutos produzidos é incontável, quando maduros se desprendem das árvores e se acumulam no chão, ficando expostos até a senescência, gerando grandes quantidades de resíduos, acumulando-se sob a copa das árvores. Além disso, observa-se rara utilização comercial do fruto, provavelmente pela sua curta vida útil.

O jamelão é pequeno, com forma de 2-3 cm de comprimento, ovóide de cor vermelho-púrpura a preta (quando madura) e sabor adstringente (FARIA, 2011).



Figura 5 – Árvore de jamelão



Figura 6 – Fruto jamelão

O jamelão é um fruto de uma árvore frutífera e possui várias sinônimos, sendo conhecido também como jambolão, jalão, cereja, azeitona preta, azeitona roxa, azeitona-doce, jambul, jaman (Ásia), faux pistachier (França), indian black berry (Inglaterra) e jambal, duhat (Finlândia) (RUFINO, 2008).

O jamelão contém compostos importantes a nutrição humana tendo destaque: água, pigmentos antociânicos, vitaminas, minerais e outros componentes resultantes do metabolismo secundário, denominados fitoquímicos (SÁ, 2008).

Já foi relatado a ação do jamelão a ações como hipoglicemiante, antimicrobiana, hipotensiva, diurética, cardiotônica, antiinflamatória, estimulante do sistema nervoso central, anticonvulsivante, antihemorrágica e antiescorbútica. Devido a essas atribuições, tem se tornado popular o uso de suas folhas no tratamento de constipação, úlcera venérea, purificação de sangue, interrupção de hemorragia nas fezes, disenteria, asma, bronquite, gengivite, estomatite, queimaduras, retenção urinária e descamações do couro cabeludo (MIGLIATO et al., 2007).

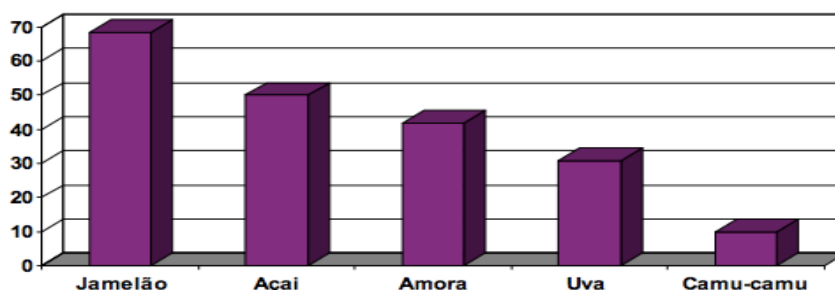
Muruganandan e colaboradores (2001) avaliaram a atividade antiinflamatória do extrato hidro-alcoólico da casca da árvore do jamelão em ratos. Os animais foram observados quanto a efeitos adversos e mortalidade por um período de 24 hs e foi observado que O extrato mostrou efeito antiinflamatório significativo em todos os grupos estudados e em todas as doses oferecidas sem, no entanto produzir toxicidade, lesões gástricas ou ulcerações crônicas.

Chanudom e Tangpong (2015) observaram o efeito antioxidante, anti-inflamatório e anti-ulcerogênico do extrato aquoso do no tratamento de ulceração gástrica aguda induzida por indometacina. Ratos tratados com indometacina apresentaram lesão hemorrágica da mucosa e do conteúdo de muco inibido. Foi realizado um pré-tratamento com o extrato aquoso do jamelão e foi observado que houve diminuição perceptível na lesão gástrica e teor de peróxido de lipídios, assim o *Syzygium cumini* (L) Skeels demonstrou a ação forte em atividades antioxidantes e anti-inflamatórias e pode ser utilizado como anti-inflamatório e no tratamento de úlceras sem toxicidade.

Já Sanches e colaboradores (2016) observaram os efeitos metabólicos do extrato hidro-etanólico de *S. folha cumini* em ratos obesos. Aos 60 dias de idade os animais receberam 500mg/kg do extrato de folha do jamelão. Os animais tratados com o extrato apresentaram ganho de peso corporal significativamente inferior, índice de massa corporal e massa de tecido adiposo branco, em comparação com ratos obesos que receberam veículo. Também apresentaram melhora na sensibilidade periférica a insulina com a modulação das células beta, associando a melhorias nos resultados metabólicos em ratos obesos com o uso de extrato da folha do jamelão.

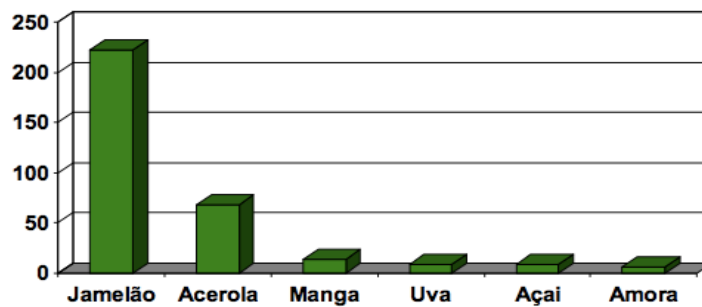
As antocianinas, pigmento natural presente no jamelão confere a ele potencial antioxidante que pode ser mais elevado do que frutas já previamente descritas com esse potencial, como demonstrou Sá (2008). Descreveram também, a capacidade antioxidante do jamelão através do método DPPH, onde obteve resultados superiores a frutas comumente conhecidas por conter alta capacidade antioxidante.

Figura 7: Teor de antocianinas totais em  $\mu\text{mol}$ . Eq Trolox /100g amostra diferentes frutos.



Fonte: Sá (2008)

Figura 8: Valores de antioxidantes de diferentes frutos através do método DPPH expressos em  $\mu\text{mol. Eq Trolox} / 100\text{g amostra}$ .



Fonte: Sá (2008)

Ainda de acordo com Sá (2008) o jamelão apresenta um valor energético total de aproximadamente 52 Kcal/100g, sendo estas 9g de carboidratos, 2g de proteína e 0,5g de lipídeos a cada 100 gramas do fruto. O fruto possui ainda, pH ácido de 3,9. O jamelão apresenta quantidades significativas de magnésio, cromo, selênio e iodo.

Estudos que apresentam a caracterização química e a utilização de plantas alimentícias não convencionais e/ou subutilizadas como matéria prima para a indústria contribuem para o aumento do consumo de frutas e hortaliças e a promoção da alimentação saudável.

## 2.7 Importância dos carboidratos

Os carboidratos desempenham papel crucial no suprimento de energia para a prática de atividades físicas. Em exercícios de intensidade alta, moderada ou de curta duração ocorre uma maior demanda energética que é suprida pela energia da degradação dos carboidratos, esses são substratos energéticos essenciais para a contração da musculatura esquelética (Maughan et al, 2000).

Após a digestão, o fígado recebe os monossacarídeos livres, onde uma são armazenados e os demais alcançam a corrente sanguínea. A glicose é armazenada na forma de glicogênio, sendo muscular ou hepática. O glicogênio muscular é usado exclusivamente pelos músculos, o hepático é utilizado para a manutenção da glicemia e com o objetivo de suprir as necessidades energéticas do cérebro, do sistema nervoso e de outros tecidos. O glicogênio muscular representa a principal fonte de carboidratos do organismo (300 a 400g), seguido do glicogênio hepático ( 75 a 100g) e por fim, a glicose no sangue (25g) (Soares et al, 2001)

Estratégias nutricionais envolvendo a ingestão de carboidratos antes da prática de exercícios físicos aumentam as reservas de glicogênio, tanto muscular quanto hepático. Já a ingestão de carboidratos durante o esforço ajuda a manutenção da glicemia sanguínea e a oxidação destes substratos. Após o esforço a ingestão de carboidratos visa repor os estoques depletados (Cyrino e Zucas, 1999).

O'Reilly e Wong (2013) observaram o efeito de uma bebida contendo carboidratos no desempenho de habilidades de futebol em um programa de treinamento específico do esporte. Os autores observaram que quando submetidos a um consumo de 2ml/kg de peso a cada 15 minutos durante o exercício levou a uma melhoria na habilidade e desempenho do exercício quando comparado a uma bebida sem a presença de carboidratos.

### 2.7.1 Legislação

De acordo com a RDC/ANVISA nº 18/2010 (BRASIL, 2010), suplemento energético para atleta é o produto destinado a complementar as necessidades energéticas dos atletas, devendo atender 5 requisitos tais como:

*“ I - o produto pronto para consumo deve conter, no mínimo, 75% do valor energético total proveniente dos carboidratos;*

*II - a quantidade de carboidratos deve ser de, no mínimo, 15 g na porção do produto pronto para consumo;*

*III - este produto pode ser adicionado de vitaminas e minerais, conforme Regulamento Técnico específico sobre adição de nutrientes essenciais;*

*IV - este produto pode conter lipídios, proteínas intactas e ou parcialmente hidrolisadas;*

*V - este produto não pode ser adicionado de fibras alimentares e de não nutrientes.”*

O que existe hoje no mercado não cumpre as funções de ser energético, repositor eletrolítico e fonte de antioxidantes. Além disso, são produtos com um teor de aditivos químicos elevados como corantes e aromatizantes, inexistindo uma bebida 100% natural.

A RDC/ANVISA nº 18/2010 estabelece a classificação, designação e os requisitos de composição e rotulagem de alimentos destinados a atletas. De acordo com a legislação os produtos devem ser formulada a fim de auxiliar os atletas a atenderem as



necessidades nutricionais exigidas por suas práticas esportivas e auxiliar no desempenho. (BRASIL, 2010).

### 3. Material e Métodos

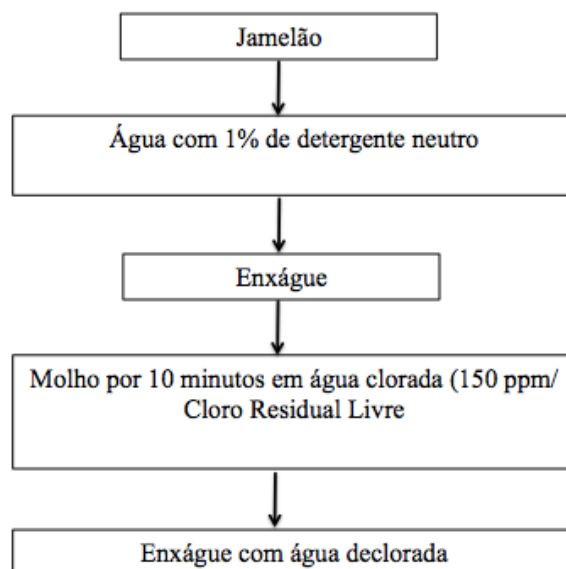
#### 3.1 Colheita

Os frutos foram colhidos e/ ou coletados por produtores de árvores localizadas na região da zona oeste do município do Rio de Janeiro –RJ. Uma chamada via rádio local, foi realizada para identificar e atrair os produtores, solicitando os frutos, uma vez que jamelões não são comercializados em mercados convencionais. Os produtores foram orientados para a colheita ou coleta dos frutos em condições adequadas. Os frutos colhidos foram transportados para o laboratório e armazenados sob refrigeração até a sua utilização. Os produtores domésticos foram remunerados por esta atividade em relação a quantidade colhida.

#### 3.2 Lavagem e Desinfecção

Os frutos aparentemente saudáveis sem sinais visíveis de deterioração foram selecionados e os murchos, atacados por insetos e outros danos foram descartados.

A lavagem e desinfecção foi realizada conforme fluxograma descrito abaixo:



### 3.3 Despolpamento

O despolpamento foi realizado com auxílio de despolpadeira vertical, de aço inoxidável. A polpa obtida foi homogeneizada e acondicionada em sacos plásticos de cor âmbar, depois de fechados, congelados a  $-18^{\circ}\text{C}$  até a utilização.



Figura 9: Despolpadeira Vertical

### 3.4 Formulação do Produto

O produto foi preparado com polpa de jamelão e mistura de carboidratos para garantir a fonte energética. O produto foi formulado conforme preconizado para o grupo de suplementos energéticos para atletas, previsto na RDC/ANVISA nº 18/2010 (BRASIL, 2010).

A mistura foi composta por sacarose, glicose e maltodextrina em proporções diferentes, conforme apresentada na tabela 1. Foram adicionados NaCl e KCl para reposição eletrolítica e ácido ascórbico, conforme valores indicados na tabela 2.

Tabela 1. Tipos de carboidratos e suas quantidades

<b>Tipo de Carboidrato</b>	<b>Sacarose</b>	<b>Glicose</b>	<b>Maltodextrina</b>
<b>Quantidade (%)</b>	10%	40%	50%

Tabela 2. Tipos de repositores e suas quantidades

<b>Repositor</b>	<b>NaCl</b>	<b>KCl</b>	<b>Ácido ascórbico</b>
<b>Quantidade (g/100g)</b>	0,6	0,21	0,073

### 3.4.1 Delineamento Experimental

Foi realizado o planejamento experimental para 2 variáveis independentes, no qual as variáveis foram a quantidade de mix de carboidratos e da polpa de jamelão. Assim, a matriz do delineamento apresentou 11 ensaios.

Para a produção da matriz do delineamento (zero) foi escolhida uma formulação principal, determinada a partir de testes prévios no laboratório e as demais seguiram o delineamento.

Tabela 3. Variáveis da matriz do delineamento

<b>Variável</b>	<b>- 1,41</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1,41</b>
<b>X (POLPA)</b>	25,90%	30%	40%	50%	54,10%
<b>Y (MIX DE CHO)</b>	6,47%	7,50%	10%	12,50%	12,52%

Tabela 4. Matriz do delineamento

<b>ENSAIOS</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X POLPA</b>	<b>Y MIX DE CHO</b>
<b>1</b>	-1	-1	30,0%	7,5%
<b>2</b>	1	-1	50,0%	7,5%
<b>3</b>	-1	1	30,0%	12,5%
<b>4</b>	1	1	50,0%	12,5%
<b>5</b>	-1,41	0	25,9%	10,0%
<b>6</b>	1,41	0	54,1%	10,0%
<b>7</b>	0	-1,41	40,0%	6,47%
<b>8</b>	0	1,41	40,0%	12,5%
<b>9</b>	0	0	40,0%	10,0%
<b>10</b>	0	0	40,0%	10,0%
<b>11</b>	0	0	40,0%	10,0%

### 3.4.2 Preparo da amostra

Na tabela 5 está demonstrado a quantidade de ingrediente para formulação de 1 litro de cada bebida.

Tabela 5. Quantidade de ingredientes por formulação

AMOSTRA	POLPA (g)	MIX (g)	TOTAL	SACAROSE (10%)	GLICOSE (40%)	MALTODEXTRINA (50%)
1	300	75		7,5	30	37,5
2	500	75		7,5	30	37,5
3	300	125		12,5	50	62,5
4	500	125		12,5	50	62,5
5	259	100		10	40	50
6	541	100		10	40	50
7	400	65		6,5	26	32,5
8	400	125		12,5	50	62,5
9	400	100		10	40	50
10	400	100		10	40	50
11	400	100		10	40	50

Todos os ingredientes foram misturados e o mix de carboidratos adicionado separadamente e aos poucos, ao final foi completado com água filtrada até 1 litro. Após a dissolução completa dos açúcares a bebida foi tratada termicamente e acondicionada em garrafas plásticas nunca utilizadas antes e congeladas até o momento da análise.

### 3.5 Tratamento Térmico

Após formulado, o produto passou por um processo de pasteurização rápida, onde foi submetido a temperatura de 105°C durante 45 segundos e logo em seguida resfriado. Após, o produto foi imediatamente envasado sob condições assépticas em embalagens plásticas e posteriormente congeladas até as demais análises. O sistema de calor utilizado no processo foi o trocador de calor em placas.

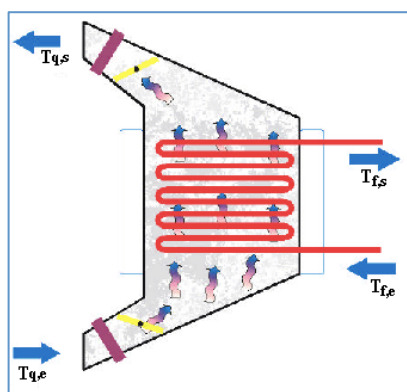


Figura 10: Esquema trocador de placas

### 3.6 Análise Microbiológica

As formulações desenvolvidas foram analisadas no Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas – LAAB, em Seropédica, Rio de Janeiro. Foram analisados microrganismos termotolerantes de 35 a 45°C e presença de *Salmonella*, conforme metodologia em APHA (2002). As interpretações dos resultados foram realizadas com base na RDC/ANVISA nº12/2001 Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos e bebidas (BRASIL, 2001).

### 3.7 Análise Sensorial do Produto Desenvolvido

Foram realizados testes de aceitação e intenção de compra em cabines individuais, com iluminação de luz branca, com amostras servidas em copos plásticos de coloração branca, com quantidades padronizadas de aproximadamente 10ml, refrigeradas a  $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , codificadas com números aleatórios de 3 dígitos. Os testes foram realizados nas formulações desenvolvidas em 2 etapas. A primeira etapa foi realizada no laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Participaram da avaliação sensorial provadores não-treinados, de ambos os sexos, sendo estes, alunos, professores e funcionários pertencentes a comunidade acadêmica da EMPRAPA. As bebidas foram apresentadas de forma casualizada e os provadores foram instruídos a beber água mineral entre as amostras para limpar o palato e neutralizar o sabor. Cerca de 103 indivíduos avaliaram as 11 amostras quanto à aceitação global utilizando método afetivo de ordenação, utilizando escalas hedônicas de 9 pontos variando de 1 = “desgostei extremamente” a 9 = “gostei extremamente”, bem como a intenção de compra dos produtos utilizando escala de 5 pontos ancoradas nas extremidades e no meio (1 = “definitivamente compraria”, 3 = “talvez comprasse, talvez não comprasse” e 5 = “definitivamente compraria”) (MEILGAARD et al., 1999).

A análise foi feita em 2 sessões, onde os consumidores recebiam 6 amostras no primeiro momento e no dia seguinte, recebiam as 5 demais, evitando assim a fadiga no paladar. Após análise e avaliação dos resultados foram selecionadas as 4 amostras com maiores médias e as mesmas foram submetidas a segunda etapa da análise sensorial.

A segunda etapa foi realizada no Clube de Regatadas do Botafogo localizado na Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro com os atletas de remo do clube. Os atletas receberam as amostras no próprio clube e foram orientados a não conversarem entre si durante o teste para não ocorrer influência na decisão, as amostras foram servidas em copos plásticos de coloração branca, com quantidades padronizadas de

aproximadamente 10ml, refrigeradas a  $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , codificadas com números aleatórios de 3 dígitos. Os atletas avaliaram as 4 amostras quanto à aceitação global utilizando escalas hedônicas de 9 pontos bem como a intenção de compra dos produtos utilizando escala de 5 pontos conforme ficha do anexo A. Cabe ressaltar que em cumprimento aos requisitos da Resolução nº 466/2012 e nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996, BRASIL, 2012) este estudo foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, processo nº 004403-9 de junho de 2014 e aprovado conforme parecer no **Anexo B**.

As notas da aceitação e intenção de compra foram analisadas por ANOVA para a comparação de médias considerando o teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%. As respostas da aceitação podem ser analisadas pelo Mapa Interno de Preferência (MIP) considerando as amostras (objetos) e consumidores (variáveis) com o intuito de revelar padrões de preferência, levando em consideração diferenças individuais na percepção dos produtos (GREENHOFF & MACFIE, 1999).

### **3.8 Determinações físicas, químicas e físico-químicas**

As determinações físicas, químicas e físico-químicas foram realizadas nas 4 amostras de melhor aceitação na análise sensorial e as análises de sólidos solúveis totais e pH em todas as 11 amostra desenvolvidas.

#### 3.8.1 Umidade

A umidade foi determinada por gravimetria em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  até a obtenção de pesos constantes, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em g de umidade/100 g de amostra.

#### 3.8.2 Sólidos Totais (ST)

Os ST foram calculados pela diferença entre 100 e o teor de umidade sendo os resultados expressos em g de sólidos totais/100 g de amostra, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

### 3.8.3 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os teores de SST da fração comestível foram determinados à 20°C com o auxílio de um refratômetro de bancada e os resultados expressos em % (°Brix) segundo a A.O.A.C (1990) em todas as bebidas desenvolvidas.

### 3.8.4 pH

O pH foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH 7,0 e pH 4,0, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). O eletrodo do potenciômetro já devidamente padronizado e o sensor de temperatura foram introduzidos nas suspensões preparadas com alíquotas de todas as bebidas desenvolvidas e após a estabilização dos resultados no painel do equipamento, os resultados de pH foram obtidos.

### 3.8.5 Acidez total

A acidez total foi determinada em todas as bebidas desenvolvidas por titulação potenciométrica com solução de NaOH 0,1 N. O eletrodo do potenciômetro já devidamente padronizado foi introduzido nas amostras diluídas com 50 mL de água deionizada. A solução do álcali foi gotejada nas respectivas suspensões, sob agitação constante, até pH 8,3. O teor de acidez foi calculado considerando o volume de álcali que foi gasto na titulação da suspensão e os resultados expressos em mg de NaOH/100 g da amostra (IAL, 2005).

### 3.8.6 Lipídios

A concentração de lipídeos totais foi determinada no produto a desenvolvido pela metodologia proposta por Bligh & Dyer (1959) que consistiu na utilização de três solventes, D-clorometano, metanol e água, na proporção 2:1:0,8 (V:V:V), respectivamente. Os resultados foram expressos em g de lipídios totais / 100 g de amostra.

### 3.8.7 Proteína total

O teor de proteína total foi determinado no produto desenvolvido através do método de Micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). O conteúdo de nitrogênio encontrado em cada amostra foi multiplicado por 5,75 para definir o percentual de proteína bruta em cada fração e os resultados expressos em g de proteína total ou bruta/100 g de amostra (AACC, 1995).

### 3.8.8 Resíduos minerais fixos (cinzas)

As amostras foram previamente carbonizadas em chapas aquecidas e posteriormente submetidas à incineração. As cinzas foram determinadas após ignição de toda matéria orgânica em mufla aquecida a 550°C, conforme recomendações do IAL(2005). Os resultados expressos em g de cinzas/100 g de amostra.

### 3.8.9 Fibra total - solúvel e insolúvel

As frações de fibra alimentar foram determinadas segundo as recomendações do IAL (2005). Os resultados de ambas as determinações foram expressos em g de fibra solúvel ou insolúvel/100 g de amostra.

## **3.9 Atividade antioxidante**

### 3.9.1 Determinação de Antocianinas Totais

Para a determinação de antocianinas totais foi utilizado segundo o método descrito por FRANCIS (1982). Para o preparo das amostras, foi pesado quantidades suficientes e adicionados 50ml da solução ácido etanólica (pH 1,0 – etanol 95%: HCl 1,5N – 85:15 v/v), após foram deixadas em repouso por 12 horas a 4°C. Após as 12 horas, as amostras foram filtradas a vácuo, onde o papel filme foi lavado até a remoção dos resíduos de antocianina (cor). O filtrado foi transferido para uma balão volumétrico âmbar e o volume completado com a solução etanólica. O material foi deixado em repouso por 2 horas em temperatura ambiente até o momento da leitura. A leitura foi realizada em absorvância com comprimento de onda fixa de 535 nm em espectrofotômetro. A solução etanólica foi utilizada para zerar o equipamento. Todas as análises foram feitas em triplicata.



Para o cálculo da quantidade de antocianinas totais:

$$AT = [(Abs_{535} \times fd) / \epsilon] \times 100$$

AT = Antocianinas totais

$Abs_{535}$  = Absorvância do extrato filtrado a 535 nm

Fd = Fato de diluição dado pela razão volume: massa, sendo utilizados os valores em litros e gramas.

$\epsilon$  = coeficiente de extinção molar da cianidina, cujo valor é de 98,2.

### 3.9.2 Teor de Compostos Fenólicos Totais

A curva padrão de compostos fenólicos foi construída com ácido gálico (Sigma-Aldrich, Germany). A solução estoque, contendo 100mg de ácido gálico diluindo com metanol a 80% em um balão volumétrico de 10 mL. Dessa solução estoque retirou-se uma alíquota de 1 mL e dilui-se com metanol a 80%, em balão volumétrico de 100 mL constituindo a solução amostra, da qual foram retiradas alíquotas de 0,05 à 1,2  $\mu\text{g/mL}$ , que foram misturados com 1600 $\mu\text{L}$  a 2600 $\mu\text{L}$  de reagente de Folin Ciocalteu (Sigma-Aldrich, Germany) e com 1280 $\mu\text{L}$  de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 20%. Procedeu-se a homogeneização, deixando em repouso à temperatura ambiente por 2 horas e em seguida as concentrações foram medidas. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/mL}$  de ácido gálico. Todas as análises foram feitas em triplicata.

Na obtenção dos extratos, pesou-se 20g de cada amostra e dilui-se em metanol, avolumando em balão volumétrico de 100 mL. O conteúdo foi submetido à agitação por uma hora, em placa de agitação sem aquecimento, com auxílio de uma barra magnética. Logo após, filtrou-se à vácuo utilizando um funil sinterizado n°3, adaptado segundo a metodologia de Swain & Hillis (1959).

Para a determinação do teor de fenólicos totais das amostras, 7mL de água destilada, 0,5mL reagente de Folin-Ciocalteu e 0,5mL de cada extrato foram misturados. Após 3 minutos, foram somados 2mL de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 20% e aquecidos à 100°C durante um minuto em banho-maria. A determinação da absorvância foi realizada utilizando um equipamento *Spectrophotometer Model Nova 2000 UV*, com comprimento de onda ( $\gamma$ ) de 685nm, depois de esfriar em um local isento de luz (QUETTIER-DELEU, 2000; SINGLETON & ROSSI, 1965). O teor de fenólicos totais foi determinado por interpolação da absorvância das amostras contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (0,10 a 0,22  $\mu\text{g/mL}$ ) e expressos como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por mL de extrato fluido. A Equação da curva de calibração do ácido gálico foi  $Y = 2,416x - 0,002$  e o coeficiente de correlação  $R = 0,996$ .

### 3.9.3 Atividade antioxidante pelo método DPPH

Foi realizado de acordo com o procedimento descrito RUFINO et al., 2010; Foram preparados extratos das amostras, a partir das bebidas, utilizando solução hidroalcoólica de metanol a 80% (v/v) a 70°C por 10 minutos, sendo homogeneizados e filtrados, em repetidas operações e posteriormente concentrados em rotaevaporador a 40°C por 15 minutos. Em 3,9 mL de radical DPPH<sup>\*</sup> a 100 µM, dissolvido em metanol a 80%, foi adicionado 0,1mL da amostra (extratos com concentrações variando de 0,01 a 1mg/mL) e homogeneizado cuidadosamente e guardado no escuro à temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ). A absorvância será medida a 517nm em espectrofotômetro após 15, 30 e 60 minutos de reação ( $\text{Abs}_{\text{amostra}}$ ). Os ensaios foram realizados em triplicata e a partir dos valores obtidos foi calculada a percentagem de DPPH<sup>\*</sup> consumido, obtida com auxílio da equação 1 e os resultados expressos em capacidade de sequestrar/reduzir o radical DPPH (%).

Equação 01: % de DPPH consumido

$$=100 - [(\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}) \times 100] / \text{Abs}_{\text{controle}}$$

### 3.10 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) utilizando o programa GRAPHPAD PRISM, versão 6.0. O Teste Tukey (HSD) foi aplicado quando detectada diferença entre os fatores ao nível 5% de significância ( $p < 0,05$ ). As determinações foram realizadas em triplicata.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Análise microbiológica das bebidas energéticas formuladas

Amostra	Análises	Resultados Obtidos	Parâmetros
1	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
2	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
3	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
4	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
5	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
6	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
7	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
8	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
9	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
10	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml
11	Termotolerantes a 45°C <i>Salmonella sp</i>	<0,3 NMP/ml Ausência	10 NMP/ml Ausência em 25 ml

Todas as bebidas desenvolvidas estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pela RDC 12/2001. Assim, é possível afirmar que o processo térmico pelo qual as bebidas foram submetidas foi suficiente para garantir a qualidade higiênico-sanitária das bebidas.

## 4.2 Análise Sensorial

Os resultados da análise sensorial estão descritos na Tabela 7. A bebida apresentou coloração roxo-rosado, homogênea e após alguns minutos formava precipitado de polpa ao fundo. A amostra teve odor característico e o sabor avaliado pelos provadores.



Figura 11: Foto das 11 formulações desenvolvidas.

Devido ao grande número de amostras e a necessidade de 2 sessões foi realizada apenas a análise sensorial global das bebidas.

Tabela 7: Resultados análise sensorial sobre avaliação global - Consumidores

Amostra	Média
1	3,7 <sup>ab</sup>
2	3,2 <sup>b</sup>
3	3,9 <sup>ab</sup>
4	4,2 <sup>ab</sup>
5	4,3 <sup>a</sup>
6	3,9 <sup>ab</sup>
7	3,7 <sup>ab</sup>
8	4,3 <sup>a</sup>
9	4,2 <sup>ab</sup>
10	3,9 <sup>ab</sup>
11	4,2 <sup>ab</sup>

As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As médias dos consumidores não atletas variaram entre 3,2 a 4,3. A amostra que apresentou a menor média foi a amostra 2 e essa diferiu estatisticamente das demais amostras. As amostra 5 e 8 apresentaram a maior média 4,3, porém essa não diferiu

estatisticamente das demais amostras. Essas notas correspondem a baixa aceitação do produto, variando entre o termo “desgostei moderadamente” ao “desgostei levemente”. Esses resultados podem ser relacionados ao sabor pouco doce da bebida e da polpa selecionada. Além de ser um fruto com pouca aplicação na indústria de alimentos e no desenvolvimento de produtos encontrados no mercado. Outro motivo que pode ter contribuído para a baixa aceitação das bebidas energéticas de polpa de jamelão é o fato dos consumidores não estarem adaptados ao tipo de bebida esportiva proposto.

Lago e colaboradores (2006) avaliaram sensorialmente com 50 provadores não treinados geléia de jamelão. Foi utilizado cerca de 15% da polpa do fruto. Os autores obtiveram média de 7 ( gostei moderadamente) em avaliação global.

Barroso e colaboradores (2012) avaliaram sensorialmente com 50 provadores iogurte com sabor de jamelão. Foi utilizado 15% de polpa de jamelão para a produção do iogurte. Os autores obtiveram média de 7,8 no quesito sabor ( gostei moderadamente).

Assim, podemos observar que o jamelão é um bom produto para desenvolvimento de produtos.

Na figura 12, encontramos o Mapa de preferência interno das 11 bebidas formuladas. O mapa tem por finalidade analisar os dados afetivos levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor e não somente a média do grupo de consumidores que avaliaram as amostras (REIS et al., 2010). O mapa de preferência interno é útil para avaliar se o produto desenvolvido é aceitável e se encaixa no segmento de mercado. É possível avaliar as preferências do consumidor e realizar alterações nas formulações ou no processo de obtenção.

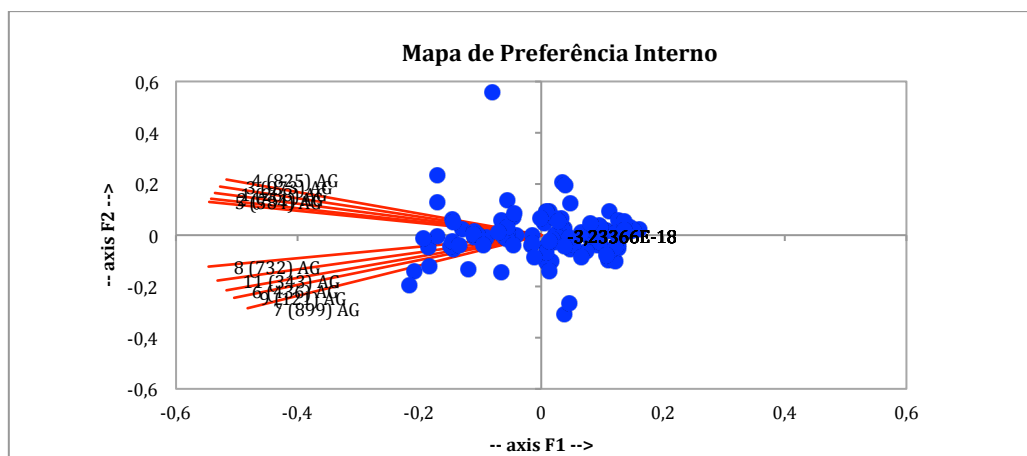


Figura 12: Mapa de preferência interno das formulações desenvolvidas

Tabela 8: Resultados intenção de compra das bebidas desenvolvidas

<b>Amostra</b>	<b>Média</b>
1	2,84 <sup>a</sup>
2	2,49 <sup>a</sup>
3	2,74 <sup>a</sup>
4	3,09 <sup>a</sup>
5	3,12 <sup>a</sup>
6	3,01 <sup>a</sup>
7	2,74 <sup>a</sup>
8	3,23 <sup>a</sup>
9	2,95 <sup>a</sup>
10	2,86 <sup>a</sup>
11	3,20 <sup>a</sup>

As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As médias de intenção de compra variaram entre 2,49 a 3,23, mas não apresentaram diferença significativa entre si. Os resultados obtidos com a intenção de compra vão de acordo com as médias da avaliação global, onde os consumidores “não comprariam” o produto desenvolvido.

Levando em consideração que a bebida desenvolvida tem como finalidade a reposição de carboidratos para atletas e/ou praticantes de atividade física, uma segunda análise sensorial foi feita, com as 4 maiores médias apresentadas pelos consumidores não atletas, utilizando o público alvo como provador.

Tabela 9: Resultados análise sensorial sobre aceitação global - Atletas.

<b>Amostra</b>	<b>Média</b>
4	5,57 <sup>c</sup>
5	6,57 <sup>b</sup>
8	6,98 <sup>ab</sup>
11	7,48 <sup>a</sup>

As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Após análise sensorial com os atletas demonstram que a amostra 11 (7,48) foi a que obteve a maior média, não diferindo estatisticamente da amostra 8 (6,98). Ambas apresentaram ótima aceitação pelos atletas sendo considerado ( gostei ligeiramente).

Os resultados obtidos demonstram que o tipo de consumidor interfere diretamente na aceitação e escolha do produto, uma vez que os atletas já estão adaptados a consumir bebidas esportivas e outros tipo de suplementações no seu cotidiano, torna-se mais adaptado ao sabor da bebida que se assemelha a outras bebidas esportivas.

A intenção de compra está disposto na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados intenção de compra dos atletas das bebidas desenvolvidas de melhor aceitação

<b>Amostra</b>	<b>Média</b>
<b>4</b>	3,03 <sup>c</sup>
<b>5</b>	3,42 <sup>b</sup>
<b>8</b>	3,40 <sup>ab</sup>
<b>11</b>	4,02 <sup>a</sup>

As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos na intenção de compra vão de acordo com as médias obtidas, onde os atletas “comprariam o produto” desenvolvido, demonstrando assim, valor comercial para a bebida energética de jamelão para o público alvo.

Com a análise dos resultados obtidos é possível selecionar a amostra 11 como amostra de melhor aceitação, uma vez que ela não diferiu estatisticamente da amostra 8 (segunda favorita) na avaliação global e nem na intenção de compra. Assim, a amostra 11 que possui 40% de polpa de 10% de mix de carboidratos, gasta menos recursos para ser produzidas, apresentando resultados semelhantes tanto sensorialmente quanto no apelo funcional. A mesma apresentou quantidade satisfatória de antocianinas, compostos fenólicos e não diferiu estatisticamente da amostra 8 na atividade antioxidante.

### 4.3 Característica físicas, químicas e físico-químicas.

Os resultados de pH, sólidos solúveis totais e acidez são demonstrados na Tabela 11.

Tabela 11. Resultados de pH, Sólidos solúveis, acidez e relação °Brix/acidez de todas as amostras desenvolvidas.

Amostras	pH (média ± d.p)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez (N/P) (média ± d.p)	Relação °Brix/acidez (média ± d.p)
1	3,18 <sup>a</sup> ± 0,01	5 °Brix	2,1 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,31 ± 0,06 <sup>a</sup>
2	3,13 <sup>b</sup> ± 0,02	10 °Brix	4,3 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,33 ± 0,05 <sup>ah</sup>
3	3,25 <sup>c</sup> ± 0,01	12 °Brix	4,6 ± 0,1 <sup>c</sup>	2,61 ± 0,06 <sup>b</sup>
4	3,39 <sup>d</sup> ± 0,02	14 °Brix	4,2 ± 0,1 <sup>bd</sup>	3,31 ± 0,12 <sup>c</sup>
5	3,34 <sup>c</sup> ± 0,01	12 °Brix	3,9 ± 0,1 <sup>e</sup>	3,05 ± 0,12 <sup>de</sup>
6	3,43 <sup>df</sup> ± 0,02	12 °Brix	4,0 ± 0,1 <sup>def</sup>	2,95 ± 0,08 <sup>e</sup>
7	3,46 <sup>fg</sup> ± 0,02	10 °Brix	4,6 ± 0,1 <sup>cg</sup>	2,17 ± 0,05 <sup>a</sup>
8	3,46 <sup>fh</sup> ± 0,01	12 °Brix	4,5 ± 0,1 <sup>cbh</sup>	2,65 ± 0,09 <sup>fb</sup>
9	3,47 <sup>fi</sup> ± 0,02	14 °Brix	4,7 ± 0,1 <sup>ci</sup>	2,98 ± 0,06 <sup>ge</sup>
10	3,46 <sup>fj</sup> ± 0,01	12 °Brix	4,7 ± 0,06 <sup>cj</sup>	2,54 ± 0,03 <sup>hb</sup>
11	3,58 <sup>k</sup> ± 0,01	12 °Brix	4,5 ± 0,1 <sup>cbk</sup>	2,65 ± 0,09 <sup>ib</sup>

d.p.= desvio padrão. Os valores representam a média das 3 repetições. Valores expressos em média e desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

A determinação do pH é importante uma vez que a sua variação tem grande influência sobre a palatabilidade, qualidade microbiológica, temperatura de esterilização, equipamento para processamento, aditivos, dentre outros (CHAVES, 1993). Pequenas variações no pH são facilmente detectáveis em testes sensoriais, o que influencia diretamente a aceitação do consumidor (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

As bebidas desenvolvidas, são bebidas ácidas, onde possuem pH baixo que varia de (3,13 ± 0,02 a 3,58 ± 0,01) estando no rol dos alimentos ácidos, ou seja, aqueles com pH < 4,5. Não foram encontradas bebidas com o mesmo perfil, mas Boesso e colaboradores (2015), desenvolveram suco de jabuticaba com diferentes adições de açúcar e encontraram valores de pH similares aos das bebidas desenvolvidas (3,70 ± 0,05 a 4,05 ± 0,10).

Os sólidos solúveis, são usados como índice de açúcar totais. A amostra 1 apesar de quantidade de açúcar similar as demais, apresentou menor quantidade de sólidos solúveis. A amostra 4 foi a amostra que apresentou maior quantidade de polpa (50%) e maior quantidade do mix de carboidratos (12,5%), a amostra 8 também foi formulada com a mesma quantidade do mix de carboidratos (12,5%) porém com menor quantidade de polpa (40%).



A acidez variou de  $2,1 \pm 0,06$  mg de NaOH/100g na amostra 1 a  $4,7 \pm 0,06$  mg de NaOH/100g na amostra 10. A acidez total tituláveis é um importante parâmetro para verificar o estado de conservação de um produto alimentício, uma vez que o processo de decomposição de um alimento altera a acidez. É um marcador importante na qualidade do sabor e odor de produtos desenvolvidos (IAL, 2005).

Uma acidez elevada associado a um pH baixo são fatores determinantes na conservação da bebida, principalmente na garantia de segurança microbiológica. Mas, uma alta acidez também pode levar a uma rejeição do produto, sendo importante avaliar a relação °Brix/acidez, onde avalia o grau de doçura do produto que afeta diretamente a avaliação sensorial. A amostra 4 apresentou maior ratio de °Brix e acidez  $3,31 \pm 0,12$ .

#### 4.4 Composição Centesimal

A composição centesimal foi realizada apenas nas 4 bebidas que obtiveram maiores notas na análise sensorial. Assim, os resultados dos macronutrientes das amostras 4, 5, 8 e 11 são mostradas na 13.

Tabela 12: Composição centesimal das bebidas desenvolvidas em termos percentuais (g/100g amostra).

<b>Componente químico</b>	<b>Amostra 4</b> (média ± d.p)	<b>Amostra 5</b> (média ± d.p)	<b>Amostra 8</b> (média ± d.p)	<b>Amostra 11</b> (média ± d.p)
Umidade (%)	$85,76 \pm 0,12^a$	$88,93 \pm 0,32^b$	$87,26, \pm 0,01^c$	$87,51 \pm 0,19^c$
Cinzas (%)	$0,16 \pm 0,00^a$	$0,20 \pm 0,01^b$	$0,24 \pm 0,02^c$	$0,14 \pm 0,00^a$
Proteínas (%)	$0,20 \pm 0,01^a$	$0,10 \pm 0,01^b$	$0,16 \pm 0,01^c$	$0,17 \pm 0,01^c$
Lipídios (%)	$0,14 \pm 0,01^a$	$0,07 \pm 0,01^b$	$0,12 \pm 0,01^{ac}$	$0,11 \pm 0,01^c$
Carboidratos (%)	$11,27 \pm 0,01^a$	$8,84 \pm 0,01^b$	$10,42 \pm 0,01^c$	$10,46 \pm 0,01^d$
Fibras solúvel (%)	$1,97 \pm 0,11^a$	$0,63 \pm 0,01^b$	$1,00 \pm 0,01^c$	$1,19 \pm 0,05^d$
Fibras insolúvel (%)	$0,5 \pm 0,05^a$	$1,23 \pm 0,01^b$	$0,60 \pm 0,01^c$	$0,42 \pm 0,01^d$
VET (Kcal/100g)	47,14	36,39	43,4	43,51

d.p.= desvio padrão. Os valores representam a média das 3 repetições. Valores expressos em média e desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

A umidade é um dado importante da composição centesimal podendo até ser indicador de qualidade do produto. Apesar de não terem produtos similares descritos na literatura as bebidas energéticas de jamelão apresentaram alto teor de umidade variando de  $85,76 \pm 0,12$  a  $88,93 \pm 0,32$ , o que era esperado uma vez que as bebidas levam adição de água para formulação. Rocha e colaboradores (2014) encontraram valores similares de umidade em suco de caju ( $90,02 \pm 0,05$ ). A bebida apresenta baixa quantidade de

proteína, lipídeos e fibras, o que é esperado, uma vez que a bebida é destinada a reposição rápida de carboidrato para indivíduos praticantes de atividade física e a matéria prima dispõe de quantidades pequenas desses compostos.

#### 4.5 Informação Nutricional

Na Tabela 13 encontram-se as informações nutricionais das 4 formulações com maiores médias na etapa sensorial.

Tabela 13: Informações nutricionais das 4 formulações

#### Informação Nutricional: Porção 200 ml (1 copo)

Quantidade por porção - %VD(\*)

	Amostra 4		Amostra 5		Amostra 8		Amostra 11	
<b>Valor Energético (Kcal)</b>	94 Kcal = 393 KJ	5%	73 Kcal = 305 KJ	4%	87Kcal = 364 KJ	4%	87 Kcal = 364 KJ	4%
<b>Carboidratos (g)</b>	22	7%	18	6%	21	7%	21	7%
<b>Proteínas (g)</b>	0,4	1%	0,2	0%	0,3	0%	0,3	0%
<b>Gorduras totais (g)</b>	0,3	1%	0,1	0%	0,2	0%	0,2	0%
<b>Fibra Alimentar (g)</b>	5	20%	4	15%	3	13%	3	13%
<b>Sódio (mg)</b>	0,1	0%	0,1	0%	0,1	0%	0,1	0%

(\*) % de Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

As formulações estão de acordo com a RDC 18/2010. O regulamento estabelece a classificação, designação, os requisitos de composição e de rotulagem de alimentos para atletas. Segundo a resolução, os suplementos energéticos para atletas devem atender:

I – “o produto pronto para consumo deve conter, no mínimo, 75% do valor energético total proveniente de carboidratos”.

II – “a quantidade de carboidratos deve ser de, no mínimo, 15 g na porção do produto pronto para consumo”.

III – “este produto pode ser adicionado de vitaminas e minerais, conforme Regulamento Técnico específico sobre adição de nutrientes essenciais”.

IV – “este produto pode conter lipídios, proteínas intactas e ou parcialmente hidrolisadas”.

V – “este produto não pode ser adicionado de fibras alimentares e de não nutrientes”.

Assim, é possível observar que todas as formulações atendem os requisitos de I a V da legislação. Portanto, as formulações desenvolvidas no presente trabalho, estão de acordo com a legislação vigente e podem ser denominadas bebida energética para atletas.

#### 4.6 Atividade Antioxidante

As determinações da atividade antioxidante foram realizadas nas 4 bebidas com maiores médias apresentadas pela análise sensorial e na polpa de jamelão.

##### 4.6.1 – Determinação de Antocianinas Totais

Tabela 14. Teor de Antocianinas Totais (mg/100g). Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Amostra	Teor de Antocianina
4	12,31 ± 1,79 mg/100g <sup>b</sup>
5	8,25 ± 0,87 mg/100g <sup>c</sup>
8	17,15 ± 0,02 mg/100g <sup>a</sup>
11	14,32 ± 0,57 mg/100g <sup>b</sup>

Os resultados de antocianinas das bebidas encontram-se na Figura 13. A amostra 8 apresentou maior teor de antocianina total (17,15 ± 0,02 mg) diferindo estatisticamente das demais amostras, seguindo da amostra 11 (14,32 ± 0,57 mg) e 4 (12,31 ± 1,79 mg). A amostra 5 apresentou menor teor de antocianina total (8,25 ± 0,87 mg), o que pode ser justificado uma vez que a amostra 5 apresentava menor quantidade de polpa (25,9%). A polpa de jamelão *in natura* apresentou teor de antocianinas totais de 80,31 ± 0,07 mg de antocianinas/ 100 gramas de amostra, valores muito superiores aos das bebidas, devido a diluição das mesmas.

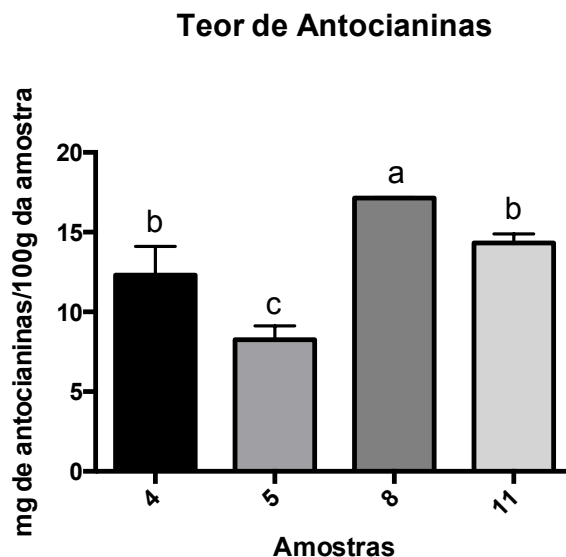


Figura 13: Teor de antocianinas totais (letra iguais não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ )).

Malacrida e Motta (2005) determinaram teor de antocianinas em sucos de uva de diferente marcas comercializadas, os autores observaram que a concentração média dos sucos variou de 2,13 a 36,23 mg/L nos sucos reconstituídos e de 1,17 a 66,80 nos sucos de uva simples, o que fica similar com os resultados encontrados nesse trabalho, uma vez que a uva se assemelha ao jamelão em antocianinas.

Fallico e colaboradores (2010) avaliaram teores de antocianinas em diferentes produtos do mercado cujo a formulação era a base de frutas vermelhas (sucos, néctares, bebidas carbonatadas e bebidas para prática esportiva). Os autores observaram que as bebidas esportivas não apresentavam antocianinas, uma vez que a cor era proveniente de corantes artificiais, que já é sabido que em excesso pode ser prejudicial a saúde.

Aguilera e colaboradores (2016) adicionaram antocianinas extraídas de feijões em bebidas para prática esportiva e avaliaram a estabilidade das antocianinas. Os autores concluíram que a inclusão de fontes de antocianinas possui estabilidade satisfatória e que sua inclusão em bebidas esportivas, expandi o uso de corantes naturais e alerta sobre a procura crescente de consumidores por produtos mais naturais e com menos aditivos sintéticos, além dos grandes benefícios biológicos.

Branco e colaboradores (2016) mensuraram antocianinas em polpa de jamelão após processo de pasteurização. Foi verificado que a polpa de jamelão é estável e há perda muito pequena na cor após o processo térmico. Assim os autores concluíram que a polpa do jamelão é um ótima matéria-prima para ser incorporada em produtos

alimentícios e medicinais, pois mesmo após a pasteurização sua capacidade antioxidante foi preservada, atribuindo cunho funcional e saudável a novos alimentos.

#### 4.6.2 – Teor de Compostos Fenólicos Totais

Tabela 15. Teor de Compostos Fenólicos Totais (mg EAG/100g na base úmida). Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Amostra	Teor de Compostos Fenólicos
4	139,33 mg EAG/100g <sup>a</sup>
5	142,09 mg EAG/100g <sup>a</sup>
8	106,36 mg EAG/100g <sup>c</sup>
11	124,15 mg EAG/100g <sup>b</sup>

Os resultados de compostos fenólicos das bebidas encontram-se na Figura 14. As amostras 4 e 5 apresentaram maiores teores de compostos fenólicos (139,33 e 142,09 mg EAG/100g) diferindo estatisticamente das demais amostras, seguido da amostra 11 (124,15 mg EAG/100g). A amostra 8 apresentou menor teor de compostos fenólicos (106,36 mg EAG/100g). Já a polpa do jamelão apresentou valores de 183,25 mg EAG em 100g.

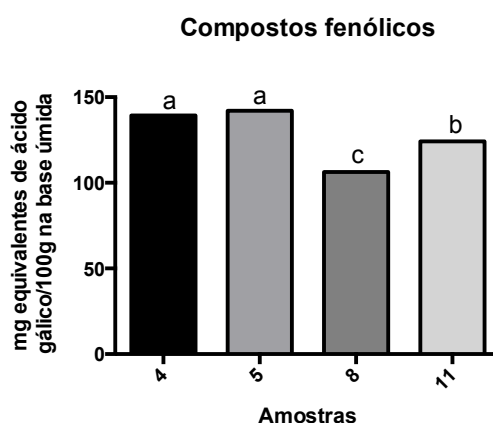


Figura 14: Teor de compostos fenólicos (letra iguais não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ )).

Na literatura é descrito que valores entre 100 e 500 mg /EAG em 100g são considerados como produtos de médio teor de compostos fenólicos e acima de 500 mg/EAG em 100g como alto teor de compostos fenólicos na matéria fresca (RUFINO *et al.*, 2010) isso demonstra que, todas as bebidas e a polpa do jamelão apresentaram teor médio de compostos fenólicos.

Estupinã et al. (2011) caracterizaram bebidas isotônicas adicionadas de extratos em pó de antocianinas de Andes Berry (*Rubus glaucus Benth*) quanto a teores de fenólicos, encontrando valores que variaram entre 89,9 e 101,4mg para amostra de bebida que continha maltodextrina (MFDA) e sem carreador. Os valores encontrados foram similares aos encontrados no presente trabalho.

Moreno-montoro e colaboradores (2015) quantificaram os compostos fenólicos em suco de uva, encontrando valores bem acima dos encontrados nas bebidas energéticas (1177 mg EAG/100g), isso pode ser justificado devido a quantidade de polpa utilizada para produção do suco.

Já Herceg e colaboradores (2016), quantificaram os compostos fenólicos totais em suco de romã fresco e pasteurizado, encontrando valores de 22,87 mg EAG/100g e 21,17 mg EAG/100g respectivamente. Os resultados encontrados pelos autores citados demonstram conteúdo de compostos fenólicos bem aquém das bebidas energéticas aqui desenvolvidas.

Branco e colaboradores (2016) mensuraram os compostos fenólicos em polpa de jamelão após processo de pasteurização. Foi observado que o processo de pasteurização aumentou o teor dos compostos fenólicos de 206,95 mg EAG/100g para 221,83 mg EAG/100g.

Vale ressaltar que a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos está diretamente ligada à sua estrutura química, a qual pode estabilizar radicais livres que participam de processos degenerativos celulares onde podem provocar doenças como aterosclerose e câncer (MAMEDE; PASTORE, 2004).

## 4.6.3 – Atividade antioxidante pelo método do DPPH

A atividade antioxidante do extrato puro das bebidas desenvolvidas estão apresentadas nas tabela 16, 17 e 18.

A amostra 4 ( $40,63 \pm 2,68$ ) no tempo de 15 minutos, apresentou maior atividade antioxidante, diferindo estatisticamente das demais amostras. Já as amostras 5 ( $6,90 \pm 4,85$ ), 8 ( $13,18 \pm 6,62$ ) e 11 ( $2,16 \pm 1,72$ ) apresentaram as menores médias e não diferiram estatisticamente entre si. No tempo de 30 minutos, a amostra 4 ( $45,88 \pm 2,65$ ) apresentou maior atividade antioxidante diferindo estatisticamente das amostras 5 ( $16,59 \pm 0,59$ ), 8 ( $19,49 \pm 4,11$ ) e 11 ( $15,02 \pm 1,22$ ) que não diferiram entre si. O mesmo aconteceu após 60 minutos de reação, onde a amostra 4 ( $52,71 \pm 2,82$ ) manteve-se com maior atividade antioxidante e diferindo estatisticamente das amostras 5 ( $27,41 \pm 2,01$ ), 8 ( $23,88 \pm 3,12$ ) e 11 ( $26,24 \pm 2,01$ ) que não diferiram estatisticamente entre si. A amostra 4 foi a amostra com maior conteúdo da matéria-prima, sendo adicionada 50% de polpa de jamelão.

Tabela 16. Atividade Antioxidante em 15 minutos.

<b>Amostra</b>	<b>% DPPH consumido</b>
<b>4</b>	$40,63 \pm 2,68^a$
<b>5</b>	$6,90 \pm 4,85^b$
<b>8</b>	$13,18 \pm 6,62^b$
<b>11</b>	$2,16 \pm 1,72^b$

Tabela 17. Atividade Antioxidante em 30 minutos.

<b>Amostra</b>	<b>% DPPH consumido</b>
<b>4</b>	$45,88 \pm 2,65$
<b>5</b>	$16,59 \pm 0,59$
<b>8</b>	$19,49 \pm 4,11$
<b>11</b>	$15,02 \pm 1,22$

Tabela 18. Atividade Antioxidante em 60 minutos.

<b>Amostra</b>	<b>% DPPH consumido</b>
<b>4</b>	$52,71 \pm 2,82$
<b>5</b>	$27,41 \pm 2,01$
<b>8</b>	$23,88 \pm 3,12$
<b>11</b>	$26,24 \pm 2,01$

Segundo Melo e colaboradores (2008), a capacidade antioxidante pode ser considerada forte, intermediária ou fraca quando o percentual de sequestro do radical DPPH atingir, respectivamente, valores acima de 70%, entre 60 e 70% e abaixo de 50%. Sendo assim, a amostra 4 apresentou atividade antioxidante média após 60 minutos de reação, enquanto as demais amostras apresentaram fraca capacidade antioxidante em todos os tempos. Isso pode ocorrer devido a quantidade de polpa, além da adição de água e o mix de carboidratos que contém a bebida.

A polpa do jamelão apresenta alta atividade antioxidante, os resultados encontrados para a polpa foram em 15 minutos ( $62,13 \pm 4,64$ ), 30 minutos ( $76,26 \pm 4,22$ ) e em 60 minutos ( $84,89 \pm 5,34$ ).

Valdés e colaboradores (2012) realizaram análise de DPPH em sucos de uva e goiaba comerciais e encontraram valores similares aos encontrados nesse estudo. Os autores encontraram entre  $5,9 \pm 2,7$  a  $30,0 \pm 3,9$  nos sucos de goiaba e valores entre  $7,7 \pm 4,5$  a  $37,3 \pm 1,7$  nos sucos de uva.

Kuskoski e colaboradores (2005) compararam o tempo de leitura com 30 e 60 minutos na metodologia do DPPH para polpa de frutas. Foi observado na leitura em 60 minutos um aumento de até 50% na atividade antioxidante em algumas polpas de frutas, o que também foi observado no presente trabalho. Todas as bebidas apresentaram aumento da atividade antioxidante após 60 minutos de reação.



## 5. Conclusão

A partir dos resultados obtidos nessa pesquisa foi possível concluir que:

- O jamelão pode ser considerado fonte de antioxidantes e que o desenvolvimento de produtos incluindo o mesmo como matéria prima deve ser explorado.
- As bebidas desenvolvidas a partir da polpa de jamelão, apresentaram atividade antioxidante, compostos fenólicos e teor de antocianinas compatíveis com a quantidade de polpa adicionada a bebida
- As bebidas desenvolvidas a partir da polpa de jamelão tiveram boa aceitação por atletas.
- Uma vez que o jamelão é pouco explorado pela indústria alimentícia, a produção de uma bebida energética e funcional para atletas é favorável e o desenvolvimento de novos produtos envolvendo o jamelão como matéria-prima devem ser incentivados.
- Sugere-se a continuidade de outros estudos para identificação do perfil de antocianinas do Jamelão e utilização da polpa e semente para desenvolvimentos de novos produtos para fins especiais.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists). **Official Methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, vol. 2, 1990.
2. AACC (American Association of Cereal Chemistry). *Ane Approved Methods*. St Paul, Minnesota, 1995.
3. ABUD, R.L.; ABUD, R.L. & DIDIO, L.J. Radicais livres e oxidação na atividade física. In: CHORAYEB, N. & BARROS NETO, T.L. *O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos*. São Paulo: **Editora Atheneu**, 1999.
4. AGUILERA, Y. Black bean coats: New source of anthocyanins stabilized by b-cyclodextrin copigmentation in a sport beverage. **Food Chemistry**. v. 212 p.561–570, 2016.
5. ALBERTON, J. R.; RIBEIRO, A.; SACRAMENTO, L. V. S.; FRANCO, S. L. Caracterização farmacognóstica do jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Revista Brasileira Farmacognóstica**. v.11, n.1, p.37-50, 2001.
6. ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n.1, p.1-9, 2007.
7. AVELLO, M. A. Variation in phenolic compounds of *Ugni molinae* populations and their potential use as antioxidant supplement. **Rev. Bras. Farmacogn. Braz. J. Pharmacogn.** v. 23. n.1, 2013.
8. BANERJEE, A.; DASGUPTA, N.; DE B., In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit, **Food Chemistry**, vol. 90, p. 727–733, 2005.
9. BARCIA, M. T. Composição centesimal e de fitoquímicos em jambolão (*syzygium cumini*). Dissertação– **Universidade Federal de Pelotas**. 69p, 2009.
10. BARROSO, A.J.R. Aceitação Sensorial de Iogurte Sabor Jamelão (*Syzygium cumini* Lamarck). **VII CONNEPI**. ISBN 978-85-62830-10-5,2012.
11. BECKER-GRÜNIG,T. et al. Efficacy of exercise training in pulmonary arterial hypertension associated with congenital heart disease. **International Journal of Cardiology**. v. 168 , p. 375–381 , 2013.
12. BIANCHI, M.L.P. ; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr., Campinas**, v.12. n.2. p. 123-130,1999.
13. BLIGH, E. G. & DYER, W. J., A rapid method for total lipid extraction and purification, **Can.J.Biochem.Physiol.** v. 37, p. 911-917, 1959.
14. BOESSO, F.F. Caracterização físico-química, energética e sensorial de refresco adoçado de jabuticaba. **Energ. Agric., Botucatu**, v. 30, n.4, p.429-436, 2015.
15. BRANCO, I. G, et al. Influence of pasteurization on antioxidant and in vitro anti-proliferative effects of jambolan (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit pulp. **Industrial Crops and Products**. v. 89 p. 225–230, 2016.
16. BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução 196, de 10 de outubro de 1996. Aprova as diretrizes e normal regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos.
17. BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normal regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos.

18. BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos.
19. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 18 de 27 de abril de 2010. Regulamento Técnico sobre Alimentos para Atletas.
20. CARDOSO, A.M., et al. Acute effects of resistance exercise and intermittent intense aerobic exercise on blood cell count and oxidative stress in trained middle-aged women. **Braz J Med Biol Res**, v. 45 n.12. p. 1172-1182, 2012.
21. CHANUDOM, L.; TANGPONG, J. Anti-Inflammation Property of *Syzygium cumini* (L.) Skeels on Indomethacin-Induced Acute Gastric Ulceration. **Gastroenterology Research and Practice**. Article ID 343642, 12 pages. 2015
22. CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial**. Glossário. Viçosa-MG: UFV, 1993. 28 p.
23. CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B., **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.
24. Cyrino, E.S.; Zucas, S.M. Influência da ingestão de carboidratos sobre o desempenho físico. *Revista da Educação Física/UEM*. Vol. 10, n.1. p.73-79, 1999.
25. DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ,N. Propriedades antioxidantes e compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**. vol. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.
26. E. Fuster-Muñoz. Et al. Effects of pomegranate juice in circulating parameters, cytokines, and oxidative stress markers in endurance-based athletes: A randomized controlled trial. **Nutrition**, vol. 32 p.539–545 , 2016.
27. ESTUPINÑAN, D.C.; SCHWARTZ, S.J.; GARZÓN, S.A. Antioxidant Activity, Total phenolics content, anthocyanin, and color stability of isotonic model beverages colored with andes berry (*rubus glaucus benth*) anthocyanin powder. **Journal of Food Science**, vol. 76, p. S26-S34, 2011.
28. FALLICO B.; ARENA E.; CHIAPPARA E; BALLISTRERI G. Colour and label evaluation of commercial pasteurized red juices and related. **Food Additives and Contaminants: Part B**, vol. 3, No. 4, p. 201-211,2010.
29. FARIA, A. F., MARQUES, M. C., & MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1571- 1578, 2011.
30. FENNEMA, O. R. Química de alimentos. 4.ed. **Artmed**, 2010.
31. FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.) Anthocyanins as food colors. New York: **Academic Press**. p. 181-207, 1982.
32. FRIDOVICH, I. Oxygen toxicity: a radical explanation. **The Journal of Experimental Biology**. vol. 201, p. 1203-1209, 1998.
33. GOD, J.; TATE, P.L.; LARCOM, L.L. Red raspberries have antioxidant effects that play a minor role in the killing of stomach and colon cancer cells. **Nutrition Research**. vol. 30, p. 777–782, 2010.
34. GREENHOFF, K.; MACFIE, H.J.H. Preference Mapping in practice. In: MACFIE, H.J.H.; THOMSON, D.M.H. **Measurement of food preferences**. London: Blackie Academic & Professional, p.137-166, 1999.

35. GROVER, J. K.; VATS, V.; RATHI, S. S.; DAWAR, R. Traditional Indian anti-diabetic plants attenuate progression of renal damage in streptozotocin induced diabetic mice. **Journal Ethnopharmacology**, vol.76, n.3, p. 233-238, 2001.
36. HARDEE, J. P. ET AL. The Effect of Resistance Exercise on All-Cause Mortality in Cancer Survivors. **Mayo Clinic Proceedings**. vol. 89, n. 8, p. 1108–1115, 2014.
37. HERCEG, Z. et al. Gas phase plasma impact on phenolic compounds in pomegranate juice. **Food Chemistry**. vol. 190 p. 665–672, 2016.
38. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Ed. V 1. 533p. São Paulo – SP, 2005.
39. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.
40. KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. Critical reviews in **food science and nutrition**, vol. 44, n. 6, p. 453-464, 2004.
41. KUÇUKÇAKIR, N.; ALTAN, L.; KORKMAZ, N. Effects of Pilates exercises on pain, functional status and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. vol.17 p, 204-211, 2013.
42. KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de Diversos Métodos Químicos para Determinar Actividad Antioxidante en Pulpa de Frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, 726-732, 2005.
43. LAGO, E.S.; GOMES, E.; SILVA, R. da. PRODUÇÃO DE GELÉIA DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* Lamarck): PROCESSAMENTO, PARÂMETROS FÍSICO – QUÍMICOS E AVALIAÇÃO SENSORIAL. **Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas**. vol 26 n.4 p. 847-852, 2006.
44. LEMOS, G. P. Desenvolvimento e avaliação de produto energético para atletas de judô. Rio de Janeiro. **Dissertação** (Mestrado em Pós-Graduação em Nutrição) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 70p, 2004.
45. Machin, D.R. Et al. Effects of Differing Dosages of Pomegranate Juice Supplementation after Eccentric Exercise. *Physiology Journal*. Article ID 271959, 7 pages, Volume 2014.
46. MAHMOUD, I. I.; MARZOUK, M. A. S.; MAHARRAM, F. A.; EL-GINDI, M. R.; HASSAN, A. M. K. Acylated flavonol glycosides from *Eugenia jambolana* leaves. **Phytochemistry**, vol.58, p.1239-1244, 2001.
47. MALACRIDA, C.R.; MOTTA, S. da.; Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, vol. 25(4): 659-664, 2005.
48. MAMEDE, M. E. O; PASTORE, G. M. Compostos Fenólicos Do Vinho: Estrutura e Ação Antioxidante. **Boletim do CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 233-252. 2004
49. MARITIM, A.C., SANDERS, R.A., WATKINS, J.B. Diabetes, oxidative stress and antioxidants: a review. **Journal of Biochemical and Molecular Toxicology**. vol. 17, p. 24-38, 2003.
50. Maughan, R.; e colaboradores. *Bioquímica do exercício e do treinamento*. Tradução de Elisabeth de Oliveira. São Paulo: Manole, 2000. 241p.

51. McLeay, Y.; Barnes, M. J.; Mundel, T.; Hurst, S. M.; Hurst, R. D.; Stannard, S. R. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 9. n. 19. p.1-12. 2012.
52. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V. & CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*, 3 ed. **CRC Press**. New York, N.Y. USA, 385 p, 1999.
53. MELO, E. A. et al. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alim. Nutr.**, v. 9, n. 1, p. 67-72, 2008 .
54. MIGLIATO, K. F.; BABY, A. R.; ZAGUE, V.; VELASCO, M. V. R.; CORRÊA, M. A.; SACRAMENTO, L. V. S.; SALGADO, H. R. N. Ação farmacológica de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, vol.25, p.310-304, 2006.
55. MIGLIATO, K. F.; MOREIRA, R. R. D.; MELLO, J. C. P.; SACRAMENTO, L. V. S.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N. Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, vol.17, n.1, p.94-101, 2007.
56. MORENO-MONTORO, M. Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 38, p.19–26, 2015.
57. Morillas-Ruiz, J.M Villegas García, J .A; López, F.J; Vidal-Guevara M.L; Zafrilla,P. Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clinical Nutrition*. Vol. 25, p. 444–453, 2006.
58. Muruganandan,S. et al. Anti-inflammatory activity of *Syzygium cumini* bark. **Fitoterapia**. vol.72 p. 369- 375, 2001.
59. NOGUEIRA, J.E.; BRANCO, L.G.G.; ISSA, J.P M. Bone repair: Effects of physical exercise and LPS systemic exposition. njury, **Int. J. Care Injured** , 2016.
60. RADAK, Z., KUMAGAI, S., TAYLOR, A.W., NAITO, H., GOTO, S. Effects of exercise on brain function: role of free radicals. **Nutr. Metab.** Vol.32 (5),p. 942–946, 2007.
61. REIS, R.C.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, J.C.S.; MINIM, V.P.R. Mapa de Preferência. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, p.111-126, 2010.
62. RIBEIRO, E. M. G. Atividade antioxidante e polifenóis totais do fruto de cagaita (*eugenia dysenterica* dc) com e sem casca. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Farmácia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2011. 77p.
63. ROCHA. E. M. F. F. Obtenção de suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.18, n.6, p.646–651, 2014
64. RUFINO, M. S. M. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. Mossoró. **Tese** – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 263p, 2008.
65. RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.D; MANCINI-FILHO, J. Bioactive coumpounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, vol.121, p. 996-1002, 2010.

66. SÁ, A. P. C. S. Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de jamelão (*Syzygium cumini*, L. skeels). Rio de Janeiro. **Dissertação** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 88p, 2008.
67. SANCHES J R. Polyphenol-Rich Extract of *Syzygium cumini* Leaf Dually Improves Peripheral Insulin Sensitivity and Pancreatic Islet Function in Monosodium L-Glutamate-Induced Obese Rats. **Frontiers in Pharmacology**. Vol. 7. Article 48, 2016.
68. SHAHIDI, F.; NACZK, M. Phenolics in Food and Nutraceuticals. **CRC Press**, p. 403- 427, 2004.
69. SINGLETON, V. L. e ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Vitic.**, v.16, p.144-168, 1965.
70. Soares, E.A.; Ferreira, A.M.D.; Ribeiro, B.G. Consumo de carboidratos e lipídios no desempenho em exercícios de ultra- resistência. *Rev. bras. med. esporte*; vol. 7, n.2, p.67- 74, 2001.
71. SPIELMAN, L.J.; LITTLE, J.P.; KLEGERIS, A. Physical activity and exercise attenuate neuroinflammation in neurological diseases. **Brain Research Bulletin**. Vol.125, p.19–29, 2016.
72. STANNER, S.; HUGHES, J.; BUTTRISS, J. A review of the epidemiological evidence for the antioxidant hypothesis. **Public Health Nutrition**, vol.7, n.3, p.407-422, 2004.
73. STILLWAY, L. W. Bioenergética e metabolismo oxidativo. In: BAYNES, J. W.; MAREK, H. D. **Bioquímica médica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 101-120, 2007.
74. SUHAJ, M. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 19, p. 531-537, 2006.
75. SUMCZYNSKI, D. et al. Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and in vitro digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **Food Chemistry**. vol. 211. P.339–346, 2016.
76. SWAIN, T.; HILLS, W.E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.19, p. 63-68, 1959
77. VALDÉS, S, T. Ácido ascórbico, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em sucos industrializados e comercializados em diferentes embalagens. **Rev Inst Adolfo Lutz**. vol. 71(4), p. 662-69, 2012.
78. VIÑA, J. Et al. Mechanism of Free Radical Production in Exhaustive Exercise in Humans and Rats; Role of Xanthine Oxidase and Protection by Allopurinol. **IUBMB LIFE**, Vol. 49. p 539-544, 2000.
79. VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, vol. 23, n.2, p. 141-149, 2008.

## 7. ANEXOS

### 7.1 Anexo A – Ficha de análise sensorial

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra de bebida ENERGÉTICA de jamelão, por favor, prove-a e diga o quanto você gostou de acordo com a escala abaixo:

1 Desgostei extremamente

Amostra 1: \_\_\_\_\_

2 Desgostei muito

3 Desgostei moderadamente

4 Desgostei ligeiramente

5 Não gostei nem desgostei

6 Gostei ligeiramente

7 Gostei moderadamente

8 Gostei muito

9 Gostei extremamente

Amostra 1: \_\_\_\_\_ Amostra 2: \_\_\_\_\_ Amostra 3: \_\_\_\_\_ Amostra 4: \_\_\_\_\_

Você compraria esse produto ?

1 Certamente não compraria

2 Não compraria

3 Talvez compraria, talvez não compraria

4 Compraria

5 Certamente compraria

Amostra 1: \_\_\_\_\_ Amostra 2: \_\_\_\_\_ Amostra 3: \_\_\_\_\_ Amostra 4: \_\_\_\_\_

## 7.2 Anexo B – Consentimento de participação

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresse minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_

Nome:

e-mail:

Telefone:

Pesquisador responsável: Camila Gomes Nunes. ~~Email:~~ [gnunescamila@gmail.com](mailto:gnunescamila@gmail.com).  
Telefone: (21) 98192-0022.

Orientador: Armando Ubirajara Oliveira ~~Sabaasrur~~. ~~Email:~~ [sabaasrur@gmail.com](mailto:sabaasrur@gmail.com).

Comitê de ética da UFRRJ: (21) 2681-4707 ; 2682-1220

---

( Assinatura do voluntário ou de seu representante legal)



## 7.3 Anexo C – Aceita Comitê de Ética



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMISSÃO DE ÉTICA NA PESQUISA DA UFRRJ / COMEP

Protocolo N° 457/2014

**PARECER**

O Projeto de Pesquisa intitulado “*Desenvolvimento de produto pronto para o consumo a partir de polpa de jamelão (Syzygium cumini) e mistura de carboidratos: avaliação como fonte energética em atletas de futebol e das propriedades antioxidantes*” sob a responsabilidade do Prof. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, processo 23083.004403/2014-64, atende os princípios éticos e está de acordo com a Resolução 466/12 que regulamenta os procedimentos de pesquisa envolvendo seres humanos.

UFRRJ, 24/07/2015.

Prof. Dr. Jairo Pinheiro da Silva  
Pró-Reitor Adjunto de Pesquisa e Pós-Graduação

**Jairo Pinheiro da Silva**  
Pró-Reitor Adjunto de  
Pesquisa e Pós-Graduação  
Matr. SIAPE 1109555  
UFRRJ