



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA EM SAÚDE**  
**HUMANA E ANIMAL**

**IVNA MARA OLIVEIRA FERNANDES DA SILVEIRA**

**VALIDAÇÃO DE BEBIDAS À BASE DE ÁGUA DE COCO E MALTODEXTRINA:  
AVALIAÇÃO DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO E DA MANUTENÇÃO DA  
GLICEMIA APÓS A INGESTÃO POR PRATICANTES DE ATIVIDADES FÍSICAS**

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2018**

IVNA MARA OLIVEIRA FERNANDES DA SILVEIRA

VALIDAÇÃO DE BEBIDAS À BASE DE ÁGUA DE COCO E MALTODEXTRINA:  
AVALIAÇÃO DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO E DA MANUTENÇÃO DA GLICEMIA  
APÓS A INGESTÃO POR PRATICANTES DE ATIVIDADES FÍSICAS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Biotecnologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Clemente de Mello Salgueiro.

Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivelise Regina Canito Brasil.

FORTALEZA – CEARÁ

2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Universidade Estadual do Ceará**  
**Sistema de Bibliotecas**

Silveira, Ivna Mara Oliveira Fernandes da.

Validação de bebidas à base de água de coco e maltodextrina: Avaliação do esvaziamento gástrico e da manutenção da glicemia após a ingestão por praticantes de atividades físicas [recurso eletrônico] / Ivna Mara Oliveira Fernandes da Silveira. - 2018.

1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo em formato PDF do trabalho acadêmico com 67 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Fortaleza, 2018.

Área de Concentração: Biotecnologia.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Clemente de Mello Salgueiro.

Coorientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivelise Regina Canito Brasil

1. Bebidas esportivas. 2. Água de coco. 3. Maltodextrina. 4. Esvaziamento gástrico. I. Título.

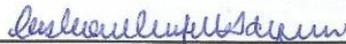
IVNA MARA OLIVEIRA FERNANDES DA SILVEIRA

VALIDAÇÃO DE BEBIDAS À BASE DE ÁGUA DE COCO E MALTODEXTRINA:  
AVALIAÇÃO DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO E DA MANUTENÇÃO DA GLICEMIA  
APÓS A INGESTÃO POR PRATICANTES DE ATIVIDADES FÍSICAS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Biotecnologia.

Aprovado em: 12 de março de 2018.

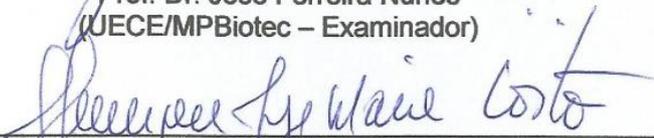
BANCA EXAMINADORA



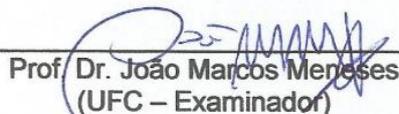
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Clemente de Mello Salgueiro  
(CESMAC/MPBiotec – Presidente)



Prof. Dr. José Ferreira Nunes  
(UECE/MPBiotec – Examinador)



Prof. Dr. Henrique Jorge Maia Costa  
(Prontocárdio – Examinador)



Prof. Dr. João Marcos Mendes  
(UFC – Examinador)

Aos meus pais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, que me cobriu de bênçãos e me fez chegar até aqui.

Aos meus pais, Juarez e Maria José, que me ensinaram, ao longo da vida, sólidos valores morais, e permitiram a concretização de mais uma etapa na minha formação, dando-me todo o apoio que foi necessário.

Aos meus irmãos, família e amigos pelo apoio e paciência.

Ao meu esposo, que me estimulou a realizar a inscrição e me manter no curso do mestrado.

À minha madrinha Maria do Socorro, que doou seu tempo para suprir da melhor forma possível meu filho de cuidados e amor durante a minha ausência.

Aos meus estimados mestres, que com muita paciência me ensinaram ao longo do curso.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Clemente de Mello Salgueiro e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivelise Regina Canito Brasil, fontes de inspiração de vida acadêmica, que enxergaram em mim o potencial para a realização desta formação.

A todos os voluntários, que colaboraram com a realização deste estudo.

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”. (Sir Isaac Newton)

## RESUMO

O estudo objetivou avaliar o esvaziamento gástrico e a manutenção da glicemia após a ingestão de bebidas à base de água de coco por praticantes de atividades físicas. O estudo foi prospectivo, tipo ensaio clínico, randomizado, controlado e duplo-cego. Vinte e seis voluntários distribuídos em três grupos, de acordo com a bebida ingerida [isotônico comercial sabor tangerina (grupo controle/ n = 07); bebida levemente hipotônica à base de água de coco em pó sabor tangerina 262 mOsm/l (ACP 262; n = 10); e bebida hipertônica à base de água de coco em pó sabor tangerina 545 mOsm/l (ACP 545; n = 09)], foram avaliados quanto ao esvaziamento gástrico (através de ultrassonografia) nos tempos T0' (< 5 min. após a ingestão de uma das bebidas), T30' (antes da corrida), T60' (após 30 min. de corrida), T90' (após 30 min. do fim da corrida), T120' (após 60 min. do fim da corrida), e T150' (após 120 min. do fim da corrida) e à glicemia capilar (jejum e T90'). Além das comparações qualitativas de mensuração de estômago vazio *versus* estômago cheio pela imagem ultrassonográfica, foram aplicados três métodos diferentes para estimativa do volume gástrico. Estes métodos utilizados são validados na literatura para estimativa do volume gástrico por ultrassonografia, sendo eles: o método de *Perlas*, o método de *Bolondi* e o método de *Bouvet*. Diante dos resultados obtidos no estudo, pode-se concluir que até 120 min. antes da prática esportiva pode-se fazer a ingestão de 300 ml da solução isotônica (ACP 262), em uma única dose, de forma segura, sem a ocorrência de sintomas de desconforto gástrico ou alterações glicêmicas significantes. Já com relação à solução hipertônica (ACP 545), não se recomenda a ingestão da mesma em uma única dose de 300 ml antes da prática esportiva pela mesma causar hipoglicemia de rebote e potencializar o retardo do esvaziamento gástrico, evidenciado neste tipo de exercício (corrida).

**Palavras-chave:** Bebidas esportivas. Água de coco. Maltodextrina. Esvaziamento gástrico.

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate gastric emptying and maintenance of glycemia after the ingestion of coconut water drinks by physical activity practitioners. The study was prospective, type clinical, randomized, controlled and double-blind. Twenty-six volunteers were divided into three groups, according to the ingested drink [commercial isotonic tangerine flavor (control group / n = 07); slightly hypotonic drink based on powdered coconut water tangerine flavor 262 mOsm/L (ACP 262; n = 10); and hypertonic drink based on powdered coconut water tangerine flavor 545 mOsm/L (ACP 545; n = 09)], were evaluated for gastric emptying (by ultrasonography) at times: T0' (< 5 min. after ingestion of one of the drinks), T30' (before the race), T60' (after 30 min. of running), T90' (after 30 min. of the end of the race), T120' (after 60 min. of the end of the race), and T150' (after 120 min. of the end of the race) and to capillary glycemia (fasting and T90'). In addition to the qualitative comparisons of measurement of empty stomach versus full stomach by ultrasonographic image, three different methods were used to estimate gastric volume. These methods are validated in the literature for the estimation of gastric volume by ultrasound, being: the *Pearl* method, the *Borloni* method and the *Bouvet* method. Considering the results obtained in the study, it can be concluded that up to 120 min. before the sports practice, 300 mL of the isotonic solution (ACP 262) can be taken in a single dose, safely, without the occurrence of symptoms of gastric discomfort or significant glycemic changes. Regarding the hypertonic solution (ACP 545), it is not recommended to inhale it in a single dose of 300 mL before the sports practice, because it causes rebound hypoglycemia and to potentiate the gastric emptying delay, evidenced in this type of exercise (running).

**Keywords:** Sports beverage. Coconut water. Maltodextrin. Gastric emptying.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Comparação da quantidade de eletrólitos do plasma, do líquido intracelular e da água de coco .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2 - Diagrama esquemático da anatomia do estômago, na qual o estômago é dividido em três partes: fundo gástrico (vermelho), corpo gástrico (verde) e antro gástrico (azul).....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3 - Desenho esquemático do estômago, na qual podem ser vistas três áreas elípticas sombreadas, correspondentes aos três planos utilizados para o cálculo do volume do antro .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 4 – Ilustração da área elíptica do antro gástrico .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 5 - Organograma das intervenções realizadas e coletas de dados .....</b>	<b>45</b>
<b>Gráfico 1 - Variação das glicemias capilares (mg/dl) entre as bebidas teste.....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 2 - Comparação entre o percentual de participantes com esvaziamento gástrico entre as bebidas teste no T90' .....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 3 - Comparação entre o percentual de participantes com esvaziamento gástrico entre as bebidas teste no T120' .....</b>	<b>50</b>
<b>Gráfico 4 - Comparação entre o percentual de participantes com esvaziamento gástrico entre as bebidas teste no T150' .....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfico 5 – Média + desvio padrão do volume gástrico entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Perlas.....</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico 6 - Média + desvio padrão do volume gástrico entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Borloni .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 7 - Volume gástrico (ml) entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Bouvet .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 8 - Média + desvio padrão do volume gástrico entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Bouvet .....</b>	<b>55</b>
<b>Quadro 1 - Métodos disponíveis para determinação do esvaziamento gástrico .....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 2 - Volume gástrico previsto (ml) de acordo com a área do antro gástrico medida no decúbito lateral direito, expresso no eixo das ordenadas (Right lat CSA cm<sup>2</sup>) e com a idade em anos, expressa no eixo das abscissas .....</b>	<b>34</b>
<b>Quadro 3 - Escore ASA utilizado para o cálculo de Bouvet et al. (2011) .....</b>	<b>35</b>

**Quadro 4 – Quadro comparativo dos dois principais métodos de verificação do volume do antro gástrico baseado na ASTAG ..... 36**

**Quadro 5 – Informação nutricional e osmolaridade das bebidas ACP 262 e ACP 545...41**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Perfil dos voluntários da pesquisa .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabela 2 - Média + desvio padrão das glicemias capilares (mg/dl) entre as bebidas teste .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabela 3 - Quantidade de voluntários com o estômago vazio ou não entre as bebidas ao longo do teste.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabela 4 - Volume gástrico (ml) entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Perlas .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Água de coco em pó
ACP 262	Bebida levemente hipotônica à base de água de coco e maltodextrina sabor tangerina; 262 mOsmol/litro
ACP 545	Bebida hipertônica à base de água de coco e maltodextrina sabor tangerina; 545 mOsmol/litro
ASTAG	Área da Sessão Transversa do Antro Gástrico
ASA/PS	<i>American Society of Anesthesiologists Physical Status</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Omega$	Área da sessão transversa do antro gástrico (ASTAG)
$\Delta$	Variação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1	O EXERCÍCIO: HIDRATAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO CALÓRICA.....	18
2.1.1	Exercício e as perdas hídricas.....	18
2.1.2	Recomendações de hidratação durante o exercício .....	18
2.1.3	Recomendações de uso de carboidratos durante o exercício.....	19
2.1.4	Água de coco: Características químicas e utilização para hidratação .....	21
2.1.5	Água de coco: Utilização nas práticas esportivas.....	22
2.1.6	Absorção de água e nutrientes .....	24
2.2	ESVAZIAMENTO GÁSTRICO.....	24
2.2.1	Influência do exercício no esvaziamento gástrico.....	24
2.2.2	Influência da temperatura das soluções no esvaziamento gástrico.....	25
2.2.3	Influência do teor de carboidratos e da osmolaridade para o esvaziamento gástrico	26
2.2.4	Influência do teor de proteínas ingeridas para o esvaziamento gástrico .....	27
2.3	METÓDOS DE AVALIAÇÃO DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO.....	28
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>38</b>
3.1	OBJETIVO GERAL.....	38
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	38
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
4.1	TIPO DE ESTUDO .....	39
4.2	LOCAL E PERÍODO .....	39
4.3	POPULAÇÃO, AMOSTRA E SUJEITOS DA PESQUISA .....	39
4.4	MATERIAIS UTILIZADOS NA PESQUISA.....	40
4.5	MÉTODOS.....	42
4.5.1	Técnicas de medição do antro gástrico.....	42
4.5.2	Técnicas de verificação do volume gástrico estimado .....	43
4.5.2.1	Modelo de Bouvet .....	43
4.5.2.2	Modelo de Perlas .....	43
4.6	DELINEAMENTO DOS GRUPOS.....	44
4.7	ANÁLISE DOS DADOS .....	45
4.8	ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA .....	46
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>

5.1	PERFIL DOS VOLUNTÁRIOS .....	47
5.2	GLICEMIAS CAPILARES.....	47
5.3	ANÁLISE DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO .....	49
5.3.1	Esvaziamento gástrico até 90 minutos.....	49
5.3.2	Esvaziamento gástrico até 120 minutos.....	49
5.3.3	Esvaziamento gástrico até 150 minutos.....	50
5.4	COMPARAÇÃO DOS VOLUMES GÁSTRICOS APÓS A INGESTÃO DAS BEBIDAS.....	51
5.4.1	Método de Perlas .....	52
5.4.2	Método de Borlondi.....	53
5.4.3	Método de Bouvet .....	54
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>65</b>
	APÊNCICE A – TABELAS EXTRAS .....	66
	APÊNCICE B – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO .....	67
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

Durante o exercício físico, a temperatura corpórea aumenta. Buscando então o equilíbrio da temperatura, o corpo perde líquido e eletrólitos pela pele, refrigerando-se. Nesse processo de perda hídrica e eletrolítica, notadamente em atividade física prolongada e intensa, pode sobrevir a desidratação. Assim, é importante que durante a atividade física, ocorra uma adequada hidratação e reposição de água e sais minerais, além de reposição de carboidratos, para compensar as perdas e o gasto energético (BAKER, 2017).

A desidratação pode levar à perda de rendimento em atletas. Por isso, várias bebidas esportivas têm sido utilizadas com finalidade de corrigir a desidratação durante a prática de atividade física. Boa parte das bebidas esportivas apresenta em sua composição água, eletrólitos e carboidratos, contribuindo assim para reposição das perdas hidroeletrolíticas no suor, prevenindo a queda da glicemia e prorrogando o aparecimento de fadiga muscular (McCARTNEY; DESBROW; IRWIN, 2017).

Após ingeridas, idealmente, as bebidas deveriam ser rapidamente absorvidas e o estômago rapidamente esvaziado. Dessa maneira, as substâncias oferecidas estariam mais rapidamente biodisponíveis ao metabolismo do atleta (GUYTON; HALL; GUYTON, 2006).

O esvaziamento gástrico é controlado por uma variedade de fatores, como: intensidade e tipo do exercício, volume ingerido, densidade energética, osmolaridade, temperatura e tipo de carboidrato contido na solução. Aumentar o volume de líquido ingerido acelera o esvaziamento, porém o aumento da concentração de carboidrato na bebida retarda o esvaziamento gástrico. A osmolaridade, a temperatura e o pH das bebidas têm menos influência no tempo de esvaziamento gástrico (BROUNS *et al.*, 1995; HORNER *et al.*, 2015a; HUTCHISON *et al.*, 2015).

Alguns fatores, incluindo a intensidade do exercício, afetam também a taxa de esvaziamento gástrico. Exercícios realizados sob intensidade de 70 a 75% do VO<sub>2</sub> máximo têm pouco ou nenhum efeito na taxa de esvaziamento gástrico, porém exercícios realizados sob intensidade maior ou igual a 80% do VO<sub>2</sub> máximo parecem diminuir esta taxa, mas isso parece não causar muito problema, já que estes tipos de exercícios não são mantidos por tempo suficiente para causar limitação na disponibilidade de líquidos. (MATSUAKI *et al.*, 2016; STRID *et al.*, 2011).

Apesar de a cintilografia ser o padrão-ouro para avaliar o esvaziamento gástrico, existem meios mais baratos para avaliá-lo. Um deles é a ultrassonografia. Pela técnica, sabendo-se o conteúdo gástrico inicial, através de avaliações seriadas é possível avaliar a variação do volume gástrico. Além de mais barata, a ultrassonografia é um método não invasivo (VALADARES *et al.*, 2006).

A água de coco é uma bebida de agradável sabor, bastante popular no Brasil e em outros países tropicais. Apresenta alto valor nutricional, sendo fonte de sais minerais e açúcares, sendo utilizada como solução de hidratação. Assim, potencialmente poderia ser utilizada como solução ideal a praticantes de atividade física (BOLZAN *et al.*, 2013; EISEMAN, 1954; KALMAN *et al.*, 2012).

Existem bioprodutos preparados da água de coco em pó, adicionados de polímeros de dextrose como a maltodextrina para aumentar teor energético, e de aromas naturais, como a ACP 262 (água de coco em pó, maltodextrina, aroma natural tangerina, levemente hipotônica – 262 mOsm/litro) e a ACP 545 (água de coco em pó, maltodextrina, aroma natural tangerina, hipertônica – 545 mOsm/litro).

Diante do exposto faz-se necessário a busca por bebidas de rápida absorção que possam hidratar e oferecer energia de forma otimizada. Assim, bioprodutos derivados da água de coco são bebidas com bom potencial de aplicação na atividade física.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O EXERCÍCIO: HIDRATAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO CALÓRICA**

#### **2.1.1 Exercício e as perdas hídricas**

Os atletas perdem água e eletrólitos como consequência da transpiração termorreguladora durante o exercício. Sabe-se que a taxa e a composição da perda de suor podem variar consideravelmente entre os indivíduos (BAKER, 2017).

Por conta da sudorese necessária para o equilíbrio térmico, o exercício provoca mudanças na água total do corpo. Causa ainda perda de água gasta no metabolismo de inúmeras reações químicas e depleção de glicogênio muscular e hepático. Assim, a recuperação após exercício ocorre com a reidratação, recomposição dos substratos e possível supercompensação de glicogênio (TOOMEY; McCORMACK; JAKEMAN, 2017).

Os efeitos deletérios da desidratação no desempenho atlético e cognitivo têm sido bem documentados. Como tal, os indivíduos desidratados são aconselhados a consumir fluido em volumes equivalentes a 1,25 a 1,5 litros por quilograma de massa corporal, perdidos para restaurar o conteúdo de água corporal. O consumo de líquidos após um período de desidratação para a prática subsequente de novo ciclo de exercícios melhora o desempenho de atletas (McCARTNEY; DESBROW; IRWIN, 2017).

#### **2.1.2 Recomendações de hidratação durante o exercício**

O Colégio Americano de Medicina Esportiva recomenda a reposição adequada de líquidos para ajudar a manter a hidratação, promover saúde, segurança e desempenho em indivíduos que pratiquem atividade física (McCARTNEY; DESBROW; IRWIN, 2017).

Entre outras recomendações para prática esportiva, recomenda ingestão de líquidos no início do exercício e em intervalos regulares na tentativa de consumir líquidos a uma taxa suficiente para substituir a água perdida por sudorese, ou seja, perda de peso corporal (McCARTNEY; DESBROW; IRWIN, 2017).

Além disso, recomenda a adição de eletrólitos e carboidratos para exercícios com duração maior que 1 h. Para exercícios com intervalo menor que 1 h, há pouca evidência de

benefício do desempenho fisiológico ou físico com ingestão de bebidas acrescidas de eletrólitos e carboidratos (CONVERTINO *et al.*, 1996).

Durante o exercício intenso durando mais de 1 h, recomenda-se que os carboidratos sejam ingeridos a uma taxa de 30-60 g/h para manter a oxidação dos carboidratos e retardar a fadiga. Esta taxa de ingestão pode ser conseguida sem comprometer a libertação de fluido por beber 600-1200 ml/hora de soluções contendo 4-8% de carboidratos (g/100 ml). Os carboidratos podem ser açúcares (glicose ou sacarose) ou amido (por exemplo, maltodextrina). Recomenda-se a inclusão de sódio 0,5-0,7 g/litro de água na solução de reidratação ingerida durante o exercício durante mais de 1 h, uma vez que pode ser vantajoso aumentar a palatabilidade, promover a retenção de líquidos e possivelmente prevenir a hiponatremia (CONVERTINO *et al.*, 1996).

### **2.1.3 Recomendações de uso de carboidratos durante o exercício**

Carboidratos e gordura são as duas principais fontes de “combustível” oxidado pelo tecido muscular esquelético durante o exercício prolongado (tipo de resistência). A contribuição relativa destas fontes energéticas depende em grande parte da intensidade e da duração do exercício, com uma maior contribuição dos carboidratos à medida que aumenta a intensidade do exercício. Consequentemente, o desempenho e a capacidade de resistência são em grande parte ditados pela disponibilidade endógena de carboidratos. Como tal, a pesquisa em nutrição esportiva tem trabalhado em melhorar a disponibilidade de carboidratos durante o exercício prolongado através da ingestão dos mesmos. Como resultado de tais pesquisas, tem sido bem estabelecido que a ingestão de carboidratos durante exercício prolongado (> 2 h) de intensidade moderada a alta pode melhorar significativamente o desempenho de resistência (CERMAK; van LOON, 2013).

Segundo Dennis, Noakes e Hawley (1997), não há dúvidas que durante o exercício físico intenso, como por exemplo atividades físicas com duração maior que 90 min., os atletas devem ingerir alguns carboidratos. Os autores afirmam que aproximadamente 20 g de carboidrato é oxidado já na primeira hora do exercício, portanto os atletas devem consumir 100 ml a cada 10 min. de uma solução diluída de carboidratos (3-5 g/100 ml) e depois aumentar a concentração de carboidratos para aproximadamente 10 g/100 ml para coincidir com as taxas de pico de oxidação da glicose no plasma, a qual é de aproximadamente 1 g/min.

Beber mais que essas quantidades de carboidratos pode aumentar a oxidação do glicogênio muscular, atenuando a queda da concentração de insulina no plasma e, assim, retardar a mobilização de gordura, especialmente em um exercício de intensidade baixa (55% do consumo máximo de oxigênio). Como a ingestão de carboidratos não diminui a taxa de utilização do glicogênio muscular, também é aconselhável para atletas iniciar os exercícios intensos já com adequados estoques de glicogênio muscular, independente de ingerirem ou não carboidratos na prática esportiva. Dessa maneira, para prevenção da fadiga muscular, ainda que os estoques corpóreos de glicogênio estejam adequados, é recomendável ingerir glicose durante a prática esportiva.

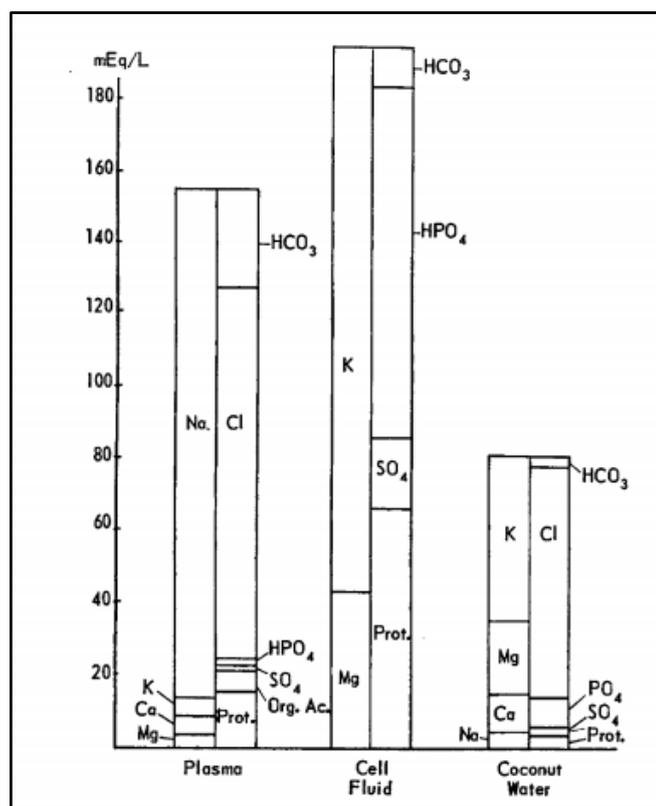
A ingestão de carboidratos durante o exercício, na forma de bebidas contendo carboidratos e eletrólitos, leva à benefícios de desempenho durante exercícios de intensidade submáxima e intensidade variável prolongada. No entanto, o mecanismo deste processo não é tão claro. Foi proposto que o fato se deve à manutenção dos níveis normais de glicose no plasma, mesmo com taxas elevadas de oxidação de glicose sérica, reduzindo o uso do glicogênio muscular, isto é, a ingestão de glicose serviria como “poupador de glicogênio muscular”. O tipo e a intensidade do exercício e o seu efeito sobre a glicose no sangue, o nível de insulina plasmática e as catecolaminas podem desempenhar um papel importante na determinação da taxa de utilização de glicogênio muscular. A ingestão de carboidratos, exceto frutose, a uma taxa de 45 g/h, acompanhado por um aumento plasmático dos níveis de insulina pode levar a diminuição da utilização de glicogênio muscular (TSINTZAS; WILLIAMS, 1998).

Atletas de resistência devem beber bebidas contendo carboidratos e eletrólitos tanto durante como após o treinamento ou competição. A ingestão do eletrólito sódio favorece a retenção de água. Beber durante a competição é desejável, quando comparado com ingestão após ou apenas antes dos treinos. Os atletas raramente substituem os fluidos completamente devido à perda de suor. A hidratação adequada durante o treino ou competição irá melhorar o desempenho, evitar o estresse térmico, manter o volume do plasma, atrasar a fadiga e prevenir lesões associadas à desidratação e perda de suor. Manter a hidratação adequada antes, durante e depois do treinamento e da competição ajudará a reduzir a perda de fluidos, manter o desempenho, diminuir a frequência cardíaca submáxima, manter o volume do plasma e reduzir o estresse por calor, exaustão de calor e possivelmente insolação (von DUVILLARD *et al.*, 2004).

#### **2.1.4 Água de coco: Características químicas e utilização para hidratação**

Devido às suas propriedades, a água de coco já foi utilizada inclusive por infusão intravenosa. Num estudo americano conduzido na Tailândia, a água de coco já foi utilizada para hidratação venosa. Eiseman (1954) conduziu um estudo dividido em várias fases, nas quais foram analisadas as propriedades químicas e os componentes da água de coco. Posteriormente, comparou tais características químicas com os líquidos humanos, observando que a água de coco tinha algumas características que se assemelhavam com as do plasma intracelular. Em seguida, cultivou água de coco em vários meios, demonstrando que a água de coco era estéril. Posteriormente fez testes e verificou que as hemácias não sofriam hemólise quando diluídas em água de coco. De posse destes resultados, realizou infusão de água de coco em animais para avaliar sensibilidade, toxicidade aguda e crônica nos mesmos. Realizou autópsia de todos os animais e não encontrou alterações nos diversos tecidos. De posse de todos estes dados, foi realizada posterior infusão de água de coco (de 350 a 500 ml), por via intravenosa, em 21 pessoas. Alguns pacientes receberam mais de uma infusão. O autor concluiu que em situações extremas, em que não estejam disponíveis soluções habitualmente utilizadas para infusão venosa, a água de coco poderia ser potencialmente utilizada para hidratação venosa. O estudo, entretanto, foi realizado com poucos pacientes e há ressalvas quanto ao risco de alterações cardíacas por conta do alto teor de potássio no líquido e riscos de infecção ou de alergias induzidas pelas proteínas vegetais presentes na mesma.

Figura 1 – Comparação da quantidade de eletrólitos do plasma, do líquido intracelular e da água de coco



Fonte: Eiseman (1954). No eixo das ordenadas são expostas as concentrações em mEq/L da solução e no eixo das abscissas são expressas cada uma das soluções: “plasma” (plasma), “cell fluid” (líquido intracelular) e “coconut water” (água de coco).

Com relação aos dados apresentados na Figura 1, Eiseman (1954) relata os seguintes valores: pH 5.8; cálcio 12 mEq/l; magnésio 17 mEq/l; potássio 49 mEq/l; sódio 5 mEq/l; cloro 63 mEq/l; fosfato 8 mEq/l; proteínas 180 mg/100 ml; sulfato 5 mEq/l; inulina 132 mg/100 ml; glicose 2,1 mg/100 ml; frutose 8,8 mg/100 ml (em cocos jovens a concentração de glicose é elevada; em cocos mais velhos, é a concentração de frutose que é alta).

### 2.1.5 Água de coco: Utilização nas práticas esportivas

Devido às suas propriedades hidratantes, a água de coco já foi testada como bebida a ser utilizada na prática de exercícios. Bolzan *et al.* (2013) compararam a força muscular utilizando um teste de força de prensão palmar, antes de depois da atividade de ciclismo estacionário *indoor* ou *spinning* em voluntários que não se hidrataram, em

voluntários que se hidrataram com água mineral e em voluntários que se hidrataram com água de coco. A prática do *spinning* demanda elevadíssimo gasto energético e calórico, sendo comum ver intensa sudorese nos praticantes desta atividade. A água de coco proporcionou melhora significativa no rendimento de desportistas praticantes de ciclismo estacionário quando comparada com atletas que se hidrataram com água mineral durante a prática esportiva.

Saat *et al.* (2002) compararam a eficácia da água de coco para restauração do volume sanguíneo e para reidratação corpórea após período de desidratação induzida pelo exercício com 60% VO<sub>2</sub> máximo. Os autores compararam-na com a ingestão de água pura e com uma bebida hidratante contendo eletrólitos e carboidratos. A água de coco forneceu melhor restauração do volume sanguíneo, entretanto, sendo um estudo com poucos participantes, este dado não foi estatisticamente significativo. Mas a água de coco provou ser significativamente mais doce e causar menos náusea. Assim, eles sugerem que a água de coco pode ser utilizada para hidratação após o exercício.

Diferente de tais estudos, Peart, Hensby e Shaw (2016) não demonstraram diferença significativa entre a água de coco e a água natural em relação a benefício para prática esportiva. Estudando o uso em exercícios físicos prolongados, encontrou semelhanças entre as duas bebidas no desempenho atlético e em variáveis fisiológicas como níveis de glicose e lactato após os exercícios.

Kalman *et al.* (2012) conduziram um estudo comparativo sobre desempenho de atletas utilizando água de coco, água de coco concentrada e bebida esportiva contendo carboidratos e eletrólitos. Foram avaliados os parâmetros: (a) estado de hidratação (massa corporal, retenção de líquidos, osmolaridade plasmática e densidade urinária); (b) desempenho (tempo até o esgotamento físico); (c) sede; (d) cansaço; (e) revitalização; e (f) transtornos estomacais. Não houve diferenças entre nenhum destes, exceto, por sintomas estomacais, as quais foram maiores nos atletas que ingeriram água de coco e água de coco concentrada.

### 2.1.6 Absorção de água e nutrientes

O intestino delgado é o principal órgão de absorção de água do corpo, absorvendo aproximadamente sete a oito litros por dia, além de várias centenas de gramas de carboidratos, e 50 a 100 mg de íons. Com efeito, quanto mais rapidamente os alimentos são absorvidos, mais rapidamente ficam biodisponíveis no plasma para o metabolismo. Como o duodeno é o principal órgão de absorção, essa variável depende do esvaziamento gástrico (GUYTON; HALL; GUYTON, 2006).

## 2.2 ESVAZIAMENTO GÁSTRICO

Alguns fatores podem interferir no esvaziamento gástrico, sendo por isso objeto de estudo de muitos autores.

### 2.2.1 Influência do exercício no esvaziamento gástrico

Em ensaio clínico com o objetivo de analisar o efeito do exercício físico intenso sobre o trânsito gastrointestinal, o esvaziamento gástrico foi avaliado através do método por marcadores radiopacos, não sendo observadas diferenças no esvaziamento gástrico entre atletas que fizeram teste em repouso e atletas que realizaram os exercícios físicos intensos (STRID *et al.*, 2011).

Em uma meta-análise que envolveu 221 participantes de 20 estudos diferentes sobre o esvaziamento gástrico e a prática de exercícios, com várias ponderações entre as diferentes variáveis dos mesmos, foi observado que o esvaziamento gástrico foi mais rápido em exercícios com intensidade mais baixa e mais lento naqueles de intensidade elevada. Assim, exercícios como caminhada foram associados a esvaziamento gástrico mais rápido e atividades de ciclismo a esvaziamento gástrico mais lento. Na atividade física, os seguintes fatores estavam associados ao esvaziamento gástrico mais lento: maior osmolaridade da bebida, maior duração do exercício, e maior volume de refeição ingerida (HORNER *et al.*, 2015a). Em um outro estudo foi observado que o esvaziamento gástrico é mais rápido em

voluntários que tinham um menor percentual de gordura corpórea, bem como naqueles que realizavam exercícios físicos habitualmente (HORNER *et al.*, 2015b).

O comportamento do esvaziamento gástrico foi observado em indivíduos saudáveis que praticaram exercícios de intensidade leve, moderada e alta através do teste respiratório com acetato marcado com carbono 13, confirmando que o esvaziamento gástrico é significativamente mais rápido no grupo de voluntários que realizaram exercícios de leve intensidade (MATSUAKI *et al.*, 2016).

### **2.2.2 Influência da temperatura das soluções no esvaziamento gástrico**

O esvaziamento gástrico de soluções semelhantes, mas com temperaturas diferentes (4, 20, 37 e 55 °C), foi avaliado através de cintilografia, sendo observado que a bebida mais quente (55 °C) teve efeito inibitório significativo no esvaziamento, sendo observado também retardo não significativo no esvaziamento quando da ingestão de bebida mais fria (4 °C) (TRONCON; IAZIGI, 1988).

Estudo de esvaziamento gástrico foi conduzido em lactentes, introduzindo água destilada em diferentes temperaturas (27 e 4 °C) por sonda nasogástrica, onde também foi observado um retardo no esvaziamento com o uso de água fria (4 °C) (MACEDO *et al.*, 1986). Da mesma forma, crianças que se alimentavam de leite em temperaturas mais frias (4 °C) mostraram retardo no esvaziamento gástrico quando comparadas àquelas que ingeriram leite em temperatura ambiente (COLLARES; BRASIL, 1981).

O efeito da temperatura (4, 37 e 50 °C) de soluções isotônicas radio marcadas sobre a taxa de esvaziamento gástrico foi avaliado, onde foi observado que a temperatura intra-gástrica retornava à linha de base em aproximadamente 20-30 min. da ingestão da bebida e que a taxa inicial de esvaziamento da bebida fria (4 °C) foi significativamente mais lenta que no controle (37 °C) (SUN *et al.*, 1988).

Entretanto, se considerar o tempo total de esvaziamento gástrico, os efeitos da temperatura são considerados mínimos, uma vez que a temperatura intra-gástrica após a ingestão de bebidas normaliza-se rapidamente, inibindo qualquer ação mais intensa da temperatura do líquido (SILVA; ALTOÉ; MARINS, 2009).

### 2.2.3 Influência do teor de carboidratos e da osmolaridade para o esvaziamento gástrico

O esvaziamento gástrico, avaliado através de ressonância magnética, e o apetite de voluntários foram comparados após a ingestão de soluções semelhantes, mas com viscosidade e quantidade de energia (kcal/ml) diferentes. Foi observado que o tempo de esvaziamento gástrico foi maior em soluções mais calóricas. Já as soluções mais viscosas e com menos calorias proporcionaram maior saciedade. Ou seja, soluções mais calóricas não proporcionam saciedade se forem de baixa viscosidade (CAMPS *et al.*, 2016).

Em soluções com a mesma osmolaridade, o esvaziamento gástrico é mais lento à proporção que se aumenta o teor de carboidratos. Já em soluções com o mesmo teor de carboidratos, a osmolaridade não interfere no tempo de esvaziamento gástrico (BROUNS *et al.*, 1995).

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Vist e Maughan (1995) mostraram que a osmolaridade pode influenciar de alguma forma o esvaziamento gástrico, porém bem menos que a quantidade de carboidratos. Da mesma forma que o estudo anterior, utilizaram como método de avaliação do esvaziamento gástrico a aspiração do conteúdo do estômago através de sonda nasogástrica. O estudo usou quatro bebidas diferentes, comparando a diferença de tempo de esvaziamento gástrico entre soluções de osmolaridades diferentes com mesma quantidade de carboidrato e o inverso. A análise dos resultados demonstrou que tanto a osmolaridade quanto o teor de carboidratos influenciam o esvaziamento gástrico de líquidos no homem, mas o conteúdo de carboidratos parece ter maior influência do que a osmolaridade.

Em outro estudo clínico, foi avaliado o esvaziamento gástrico após ingestão de duas bebidas através de ressonância magnética. Uma tinha 50 g de carboidratos e 0 g de proteína, a outra tinha 50 g de carboidratos e 15 g de glutamina. Foi observado que o esvaziamento gástrico foi bem mais rápido após ingestão da primeira bebida, com menos nutrientes, mesmo com diferentes volumes ingeridos. Outra constatação foi de que o tipo de nutriente tem impacto no esvaziamento gástrico (LOBO *et al.*, 2009).

Syrkiewicz-Trepiak, Jonderko e Kasicka-Jonderko (2010) conduziram um estudo em que analisaram o esvaziamento gástrico e a atividade mioelétrica do estômago após ingestão de diferentes soluções. Foram utilizadas as seguintes soluções: uma hipotônica (água destilada), duas isotônicas [NaCl 0,9% (286 mOsmol/l) e Glicose (282 mOsmol/l; 209

kcal/l)]; e duas hipertônicas [NaCl 2,9% (827 mOsmol/l) e Glicose 15% (836 mOsmol/l; 627 kcal/l)]. A Glicose isotônica aumentou o tempo de esvaziamento gástrico quando comparada à água destilada, mas mostrou atividade mioelétrica estável. Entretanto, nas soluções hipertônicas foi observada desestabilização da atividade mioelétrica: as bebidas mais calóricas causavam taquigastria e as bebidas menos calóricas bradigastria. Nos casos de bebidas hipertônicas, houve atraso do esvaziamento gástrico.

O esvaziamento gástrico de diferentes tipos de hexoses (glicose, galactose, frutose, tagatose) com água, cloreto de sódio e lactose, em diferentes osmolaridades, foi estudado. Foram verificadas diferenças entre as diferentes hexoses, onde as diferenças entre os tempos de esvaziamento gástrico eram perdidas à medida que a osmolaridade aumentava. Com 500 mOsm/l todas as hexoses retardaram o esvaziamento gástrico quando comparadas à água, levando a crer que o efeito das hexoses parece estar mais relacionado a sua estrutura molecular em vez da osmolaridade em si. Nesse estudo foram ainda aplicados antagonistas dos receptores de colecistocinina (CCK1), sendo observado que o retardo no esvaziamento gástrico decorrente da ingestão de hexoses parece ser dependente destes receptores (LITTLE *et al.*, 2010).

#### **2.2.4 Influência do teor de proteínas ingeridas para o esvaziamento gástrico**

A taxa de esvaziamento gástrico é independente da carga de proteínas ingerida (HUTCHISON *et al.*, 2015).

Em ratos que receberam dietas apenas com aminoácidos foi observado que a L-fenilalanina e a L-tirosina não influenciaram o esvaziamento gástrico; todos os outros aminoácidos (L-prolina, L-histidina, L-cisteína, L-metionina, ácido L-aspártico, ácido L-glutâmico, L-asparagina, L-arginina, L-glutamina e L-lisina) atrasaram significativamente e inibiram o esvaziamento gástrico (UCHIDA; KOBAYASHI; SAITO, 2017).

Em cães, o L-glutamato e a L-arginina aumentaram a taxa de esvaziamento gástrico, mesmo em animais que estivessem em uso de substâncias que sabidamente retardam o esvaziamento gástrico (ISHIBASHI-SHIRAISHI *et al.*, 2016).

Em outro estudo comparativo de esvaziamento gástrico em ratos, foi verificado que a L-serina, a L-alanina e a L-glicina atrasaram significativamente o esvaziamento gástrico (UCHIDA *et al.*, 2016).

### 2.3 METÓDOS DE AVALIAÇÃO DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO

Tradicionalmente, o método padrão-ouro para se verificar o esvaziamento gástrico é a cintilografia. Entretanto, existem outras técnicas possíveis: intubação-aspiração, radiológica, ressonância magnética, ultrassonografia, a pletismografia de impedância, a tomografia de impedância, os testes respiratórios, os de absorção de fármacos e o teste do traçador magnético (HOROWITZ *et al.*, 1994; REZENDE FILHO, 1994).

Trocon *et al.* (2011) elaboraram um quadro que discrimina os métodos disponíveis de verificação do esvaziamento gástrico (Quadro 1).

**Quadro 1 - Métodos disponíveis para determinação do esvaziamento gástrico**

<b>Métodos invasivos</b>
Estimativa do volume residual
Teste de recuperação da refeição salina
Diluição de indicadores inabsorvíveis
Tubagem gástrica
Tubagem duodenal
<b>Métodos não-invasivos</b>
Métodos radiológicos
Seriografia gastroduodenal
Refeições baritadas
Partículas radiopacas
Gamacintilografia
Ultrassonografia
Impedanciometria
Biomagnetometria
Tomografia de Potencial Aplicado
<b>Métodos indiretos</b>
Absorção do paracetamol
Absorção do sódio radioativo

Fonte: Adaptado de Trocon *et al.* (2011).

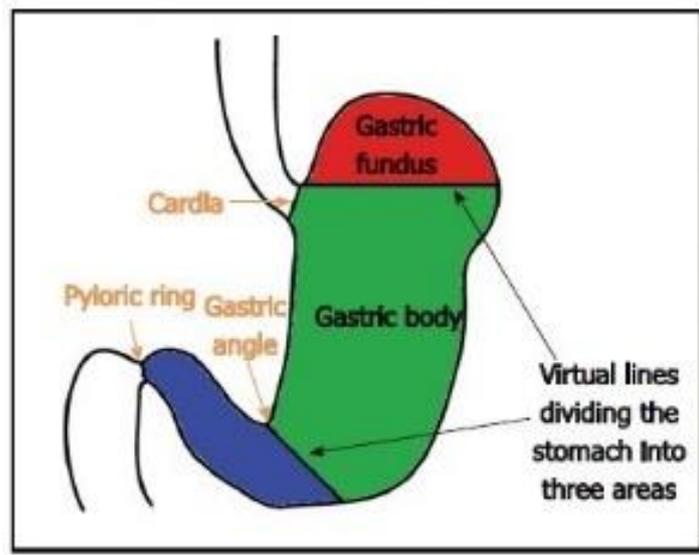
Dentre estes, a ultrassonografia é um método de fácil acesso, reprodutível, de baixo-custo e não-invasivo (VALADARES *et al.*, 2006).

A técnica de verificação do esvaziamento gástrico por ultrassonografia pode ser facilmente reproduzível. Mesmo em pacientes com distúrbio de esvaziamento gástrico é possível verificar o conteúdo estomacal por ultrassonografia. Chen *et al.* (2017) estudaram o retardo deste esvaziamento através do ultrassom em pacientes com insuficiência renal e compararam com pessoas saudáveis, detalhando diferenças entre os grupos.

Com o emprego da ultrassonografia em procedimentos anestésicos como bloqueio de plexos nervosos e também no cuidado de pacientes com níveis críticos, passou-se a considerar a realização da ultrassonografia do estômago para avaliar o risco de se realizar anestesia em um paciente com jejum de tempo desconhecido. Apesar de a ultrassonografia do corpo do estômago permitir a visualização direta do conteúdo gástrico, muitas vezes é difícil identificar essa região, especialmente quando o estômago está vazio. Além disso, não há um método padronizado para avaliação quantitativa do volume do corpo gástrico. Diferentemente da área do corpo gástrico, a visualização do antro gástrico através da ultrassonografia é fácil de se realizar, permitindo o cálculo da área transversal de uma secção gástrica. Esta técnica pode ser facilmente reproduzível diante da utilização de pontos de referência a aorta e do lobo esquerdo do fígado, que são de rápida identificação ao ultrassom, dessa forma o cálculo da área do estômago através do ultrassom tem baixa curva de aprendizado. Inicialmente essa técnica foi descrita para a avaliação do esvaziamento gástrico como um método alternativo com medidas repetidas das variações do volume antro-pilórico após a ingestão de uma refeição teste.

A avaliação qualitativa do antro gástrico permite o diagnóstico fácil de um estômago com presença de resíduos. Assim, Bouvet e Chassard (2014) mostraram que o uso da ultrassonografia do antro pode auxiliar o anestesiológico a avaliar o risco de aspiração pulmonar de acordo com a história clínica do paciente. O diagrama esquemático abaixo (Fig. 2) é útil para compreensão das áreas e planos observados na ultrassonografia. As técnicas ultrassonográficas para verificar o esvaziamento gástrico, aplicam-se apenas na área azul.

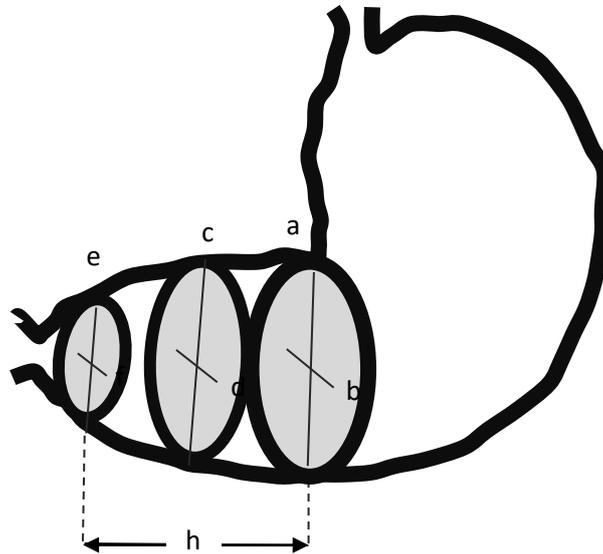
**Figura 2 - Diagrama esquemático da anatomia do estômago, na qual o estômago é dividido em três partes: fundo gástrico (vermelho), corpo gástrico (verde) e antro gástrico (azul)**



Fonte: Adaptado de Seung-Hwa *et al.* (2015).

Bolondi *et al.* (1985) exemplificaram como se calcular o volume da região antro-pilórica por ultrassonografia. O mesmo pode ser obtido pela medição do comprimento e do diâmetro anteroposterior em três níveis diferentes: na região do piloro, na região da incisura angular da pequena curvatura, e num nível intermediário (que geralmente corresponde ao plano em que se visualiza a veia mesentérica superior) com o paciente em posição supina e em ortostase (Fig. 3). Além disso, deve se medir o comprimento antral (do piloro a região angular) por uma varredura transversal no epigástrio com a ultrassonografia.

**Figura 3 - Desenho esquemático do estômago, na qual podem ser vistas três áreas elípticas sombreadas, correspondentes aos três planos utilizados para o cálculo do volume do antro**



Fonte: Adaptada da Bolondi *et al.* (1985). A elipse mais à direita corresponde ao plano da topografia da incisura angular do estômago. A elipse entre as duas corresponde ao plano intermediário. “a”, “b”, “c”, “d”, “e”, e “f” correspondem aos diâmetros de cada uma das três elipses e “h” corresponde a distância entre a elipse da incisura angular e a elipse do piloro.

Os autores descrevem que a região angular (região da incisura angular) é reconhecível em tempo real no ultrassom porque nesse nível a parede do estômago na pequena curvatura muda de uma direção transversa para um plano longitudinal definido, sendo fácil de identificar movendo a sonda de ultrassom lentamente nos planos transversal e longitudinal. O volume do antro pode ser medido usando a fórmula:

$$\frac{\pi \cdot H}{48} \cdot (2ab + 2ef + 4cd + ad + bc + ed + cf)$$

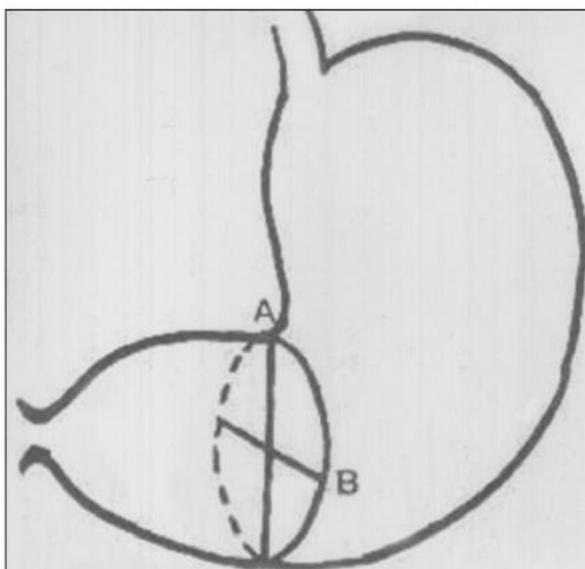
Ou =  $0,065 \times h \times (2ab + 2ef + 4cd + cb + ad + ed + cf)$

Em que “a” = diâmetro longitudinal da região do ângulo (incisura angular da pequena curvatura); “b” = diâmetro anteroposterior na região do ângulo; “c” = diâmetro longitudinal no nível intermediário; “d” = diâmetro anteroposterior na região intermediária; “e” = diâmetro longitudinal no nível do piloro; “f” = diâmetro anteroposterior na região pilórica; e “h” = comprimento do antro.

Em caso de não ser necessário quantificar o volume de resíduo, mas apenas analisar o comportamento do esvaziamento, Bolondi *et al.* (1985) sugeriu a avaliação pela medida da área de uma única sessão transversa através de um corte longitudinal na região epigástrica, usando-se por referência um plano sagital que passa pela aorta e veia mesentérica

superior, através da fórmula da área da elipse (Fig. 4). Neste caso, o esvaziamento gástrico é verificado por medidas seriadas desta área, acompanhando-se quantitativamente a variação da área ao longo do tempo em 0, 60, 90, 120 e 150 min. e qualitativamente verificando-se o momento em que não há mais conteúdo anecóico no lúmen do antro gástrico.

**Figura 4 – Ilustração da área elíptica do antro gástrico**



Fonte: Valadares *et al.* (2006).

Esta é a fórmula do cálculo desta área, proposto por Bolondi *et al.* (1985), que na verdade, consiste na fórmula do cálculo da área da elipse:

$$\Omega \text{ (Área da Sessão Transversa do Antro Gástrico)} = \frac{A.B.\pi}{4}$$

onde A = diâmetro longitudinal e B = diâmetro anteroposterior.

Em seus estudos, Spencer *et al.* (2015) demonstraram na população pediátrica, uma relação entre a área do antro e o volume que era aspirado do estômago com um endoscópico. Os autores mediram, por ultrassonografia, a área transversa antral nas posições supina e com a criança em decúbito lateral direito. O conteúdo do estômago foi aspirado endoscopicamente e medido. Por análise de regressão múltipla, usando os critérios: idade, área do antro na posição supina e na aposição de decúbito lateral direito, criaram um modelo matemático para prever o volume gástrico a partir da área do antro.

Perlas *et al.* (2009) compararam o método de predição do volume com a verificação da área da sessão transversa do antro gástrico (ASTAG) na posição supina e na posição de decúbito lateral direito. Apesar de evidenciarem uma alta correlação entre volume e ASTAG na posição supina e volume e ASTAG na posição de decúbito lateral direito e entre ASTAG na posição supina e ASTAG na posição de decúbito lateral direito, o modelo em que houve melhor predição do volume foi o que utilizava a ASTAG no decúbito lateral direito. Verificou-se que em volumes superiores a 300 ml havia diferenças entre as duas medições e o comportamento da linha de aferição perdia o padrão, não sendo indicado então a aplicação deste método para volumes maiores que 300 ml. Supôs-se que em volumes superiores a 300 ml o líquido passava a ocupar outros segmentos do estômago, comprometendo assim a avaliação.

Perlas *et al.* (2013), utilizando o volume gástrico aspirado por gastroscopia e comparando-o com área gástrica do antro medida por ultrassonografia deduziram e validaram um modelo matemático simples que tinha como variáveis: idade do paciente e a área transversa do antro medida por ultrassonografia na posição de decúbito lateral direito. O modelo matemático do autor mostrava a equação:

$$VG = 27,0 + 14,6 \times \Omega - 1,28 \times \text{idade}$$

onde VG = volume gástrico (ml); Idade (anos); e  $\Omega$  = área da sessão transversa do antro gástrico (ASTAG) medido por ultrassonografia (cm).

Por essa equação matemática, o erro sistemático foi de apenas 6 ml. Os autores montaram ainda um quadro correlacionando o volume gástrico esperado para cada área de antro verificada (Quadro 2) (PERLAS *et al.*, 2013).

**Quadro 2 - Volume gástrico previsto (ml) de acordo com a área do antro gástrico medida no decúbito lateral direito, expresso no eixo das ordenadas (Right lat CSA cm<sup>2</sup>) e com a idade em anos, expressa no eixo das abscissas**

Área antro gástrico (cm <sup>2</sup> )	Idade (anos)						
	20	30	40	50	60	70	80
3	45	32	20	7	0	0	0
5	74	62	49	36	23	10	0
7	103	91	78	65	52	40	27
9	133	120	107	94	82	69	56
11	162	149	136	123	111	98	85
13	191	178	165	153	140	127	114
15	220	207	194	182	169	156	143
17	249	236	224	211	198	185	173
19	278	266	253	240	227	214	202
21	307	295	282	269	256	244	231
23	337	324	311	298	285	273	260
25	366	353	340	327	315	302	289
27	395	382	369	357	344	331	318
29	424	411	398	386	373	360	347

Fonte: Adaptada de Perlas *et al.* (2013). Legenda: As células sombreadas representam estados de baixo volume normalmente considerados dentro da gama de secreções gástricas basais para um adulto médio.

Bouvet *et al.* (2011) também elaboraram um modelo matemático de predição do volume de resíduo gástrico, baseado na área do antro medida por ultrassonografia. No entanto, diferente da metodologia de Perlas *et al.* (2009), estes autores utilizaram a área antral aferida em posição semi-sentada, correlacionado além da idade a altura, o peso e o escore de predição de risco operatório utilizado pela Sociedade Americana de Anestesia (*American Society of Anesthesiologists, Classification Physical Status – ASA/PS*) (Quadro 3).

**Quadro 3 - Escore ASA utilizado para o cálculo de Bouvet et al. (2011)**

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Mortalidade*(%) perioperatória</b>
ASA/PS 1	Paciente sadio sem alterações orgânicas	0,06-0,08%
ASA/PS 2	Paciente com alteração sistêmica leve ou moderada	0,27-0,47%
ASA/PS 3	Paciente com alteração sistêmica grave com limitação funcional	1,8-4,4%
ASA/PS 4	Paciente com alteração sistêmica grave que representa risco de vida	7,8-23,5%
ASA/PS 5	Paciente moribundo que não é esperado sobreviver sem cirurgia	9,4-51,0%
ASA/PS 6	Paciente com morte cerebral declarada, cujos órgãos estão sendo removidos com propósitos de doação	
E	Acrescentar a letra E a qualquer classe para cirurgias de emergência.	

Fonte: Adaptado de Loureiro e Feitosa Filho (2014). PS = status físico.

A equação de Bouvet *et al.* (2011) consiste em:

$$VG \text{ (ml)} = -215 + 57 \log \Omega - 0,78x \text{ Idade} - 16x \text{ Altura} - 0,25 \text{ Peso} - 0,8 \text{ ASA} + 16 \text{ ml (se for feito em emergência)} + 10 \text{ ml (se paciente fez profilaxia antiácida)}$$

onde VG = volume gástrico (ml); Idade (anos); Altura (cm); Peso (Kg);  $\Omega$  = logaritmando (área do antro gástrico medido na posição semi-sentada); ASA = escore de predição de risco operatório utilizado pela Sociedade Americana de Anestesiologia (varia de 1 a 6).

O método de Bouvet estabelece ainda uma correção, na qual se soma 16 ml se o exame for realizado em caráter de urgência e acrescenta 10 ml se o paciente estiver tomando profilaxia antiácida (Quadro 4) (BOUVET *et al.*, 2011).

Putte e Perlas (2014) compararam os dois principais métodos de verificação do volume do antro gástrico baseado na ASTAG e descreveram as principais semelhanças e diferenças entre os métodos (Quadro 4).

**Quadro 4 – Quadro comparativo dos dois principais métodos de verificação do volume do antro gástrico baseado na ASTAG**

	<b>Bouvet <i>et al.</i> (2011)</b>	<b>Perlas <i>et al.</i> (2013)</b>
<b>Fórmula</b>	$VG (ml) = -215 + 57 \log \Omega (mm^2) - 0.78 \text{ idade (anos)} - 0.16 \text{ altura (cm)} - 0.25 \text{ peso (kg)} - 0.80 \text{ ASA} + 16$ ml (emergência) + 10 ml (se realizado profilaxia antiácida)	$VG (ml) = 27.0 + 14.6 \times \Omega (cm^2) - 1.28 \times \text{idade (anos)}$
	$\Omega = \text{ASTAG}$	$\Omega = \text{ASTAG}$
<b>Plano da ultrassonografia</b>	Sagital	Sagital
<b>Posição do paciente</b>	Semi-sentado	Decúbito lateral-direito
<b>Medida da área do antro gástrico</b>	Serosa a serosa	Serosa a serosa
<b>Características dos pacientes</b>	Adultos (não grávidas)	Adultos (não grávidas)
<b>IMC (kg cm<sup>-2</sup>)</b>	18–95	18–85
<b>Volume máximo predito (ml)</b>	250	500
<b>Coefficiente de correlação</b>	0.72	0.86
<b>Padrão de referência</b>	Sucção nasogástrica	Gastroscoopia

Fonte: Adaptado de Putte e Perlas (2014).

Outros autores também verificaram que a ultrassonografia era um bom método para avaliar o esvaziamento gástrico. Pedersen (2003) acompanharam o esvaziamento gástrico realizando ultrassonografias seriadas a cada quatro minutos em voluntários que faziam várias refeições com o mesmo volume.

Buisman *et al.* (2016) compararam o volume gástrico em pacientes que tanto o mediam por ultrassonografia em 3D como também o mediam por ressonância magnética, encontrando níveis de concordância significativos entre os dois métodos, concluindo que tal método é confiável para medir volume gástrico.

Berstad *et al.* (2009) utilizaram ultrassonografia convencional, ultrassonografia com *Doppler* e a ultrassonografia endoscópica para descrever a atividade motora e acomodação do líquido gástrico durante as refeições. O estudo foi importante por trazer informações sobre o funcionamento dinâmico do estômago na contração, a coordenação do movimento gástrico e o fluxo do líquido transpilórico.

Gilja (2007) também estudou a ultrassonografia para avaliar a contratilidade antral, o esvaziamento gástrico, o fluxo transpilórico, a configuração gástrica, a distribuição das refeições dentro do estômago, a acomodação gástrica e a medição da tensão da parede gástrica. Tantas foram as informações coletadas que o autor sugeriu em 2007 que no futuro, a ultrassonografia seria utilizada para realização de diagnóstico de doenças do esvaziamento gástrico, como para realizar tratamento na mesma sessão.

Darwiche *et al.* (2003) compararam o esvaziamento gástrico em diabéticos pelo método padrão-ouro, a cintilografia, com o método ultrassonográfico. Na técnica de verificação do esvaziamento gástrico por ultrassonografia, não foi utilizado o cálculo do volume, mas sim, a porcentagem da variação da área transversa do antro gástrico (ASTAG), sendo encontrada forte correlação entre os dois métodos de medição do esvaziamento gástrico, mesmo em pacientes diabéticos.

Hveem *et al.* (1996) compararam o esvaziamento gástrico mensurado pela área do antro com a cintilografia de esvaziamento gástrico e com a percepção de saciedade pós-prandial. Ao utilizar no teste bebidas com mesma carga de dextrose, demonstrou sensibilidade da ultrasonografia comparável a da cintilografia.

Dapoigny *et al.* (1991) também compararam o método ultrassonográfico com o método cintilográfico de esvaziamento gástrico. Os autores verificaram que os tempos de esvaziamento se correlacionavam muito bem. Assim, sugeriram que o método ultrassonográfico poderia ser utilizado em testes farmacológicos.

A maioria dos estudos comparando esvaziamento gástrico por cintilografia e por ultrassonografia foi realizada com refeições líquidas. Benini *et al.* (1999) comparam o esvaziamento gástrico por ultrassonografia e por cintilografia utilizando refeições sólidas em pacientes saudáveis, em pacientes com alteração no esvaziamento gástrico, em pacientes com dispepsia, e em pacientes com doença do refluxo gastro-esofágico. Mesmo nestas situações, os autores encontraram relações de tempo de esvaziamento gástrico semelhantes.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o esvaziamento gástrico e a manutenção da glicemia após a ingestão de bebidas à base de água de coco por praticantes de atividades físicas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Comparar o tempo de esvaziamento gástrico após a ingestão de bebidas à base de água de coco (ACP 262 e ACP 545) por praticantes de atividades físicas;
- b) Avaliar as variações glicêmicas em praticantes de atividades físicas após a ingestão de bebidas à base de água de coco (ACP 262 e ACP 545);
- c) Verificar fatores individuais que influenciem no esvaziamento gástrico.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 TIPO DE ESTUDO**

Trata-se de um estudo prospectivo, tipo ensaio clínico, randomizado, controlado e duplo-cego.

### **4.2 LOCAL E PERÍODO**

A pesquisa foi realizada no bairro Centro, em Fortaleza-CE, sendo a prática de exercícios executada no Passeio Público e o restante (ingestão de bebidas, aferição do volume gástrico, pesagem, medição de altura e circunferência abdominal, glicemia capilar) em uma clínica particular na rua Barão do Rio Branco, s/n. A coleta de dados se deu nos sábados e domingos de abril de 2017.

### **4.3 POPULAÇÃO, AMOSTRA E SUJEITOS DA PESQUISA**

Os participantes recrutados para esta pesquisa eram frequentadores do passeio público e costumavam praticar exercícios nos turnos da manhã e tarde neste local. Foram incluídos no estudo os frequentadores que concordaram com a participação voluntária e tinham idade maior ou igual a 18 anos e menor ou igual a 60 anos. Os critérios de exclusão utilizados foram o diagnóstico de doença do refluxo gastroesofágico, diabetes ou doença crônica que alterasse o esvaziamento gástrico, pessoas com o estômago operado ou com sintomas dispépticos. Estes fatores de exclusão tiram da pesquisa pessoas com probabilidade de apresentar esvaziamento gástrico acelerado ou retardado em relação a população geral.

#### 4.4 MATERIAIS UTILIZADOS NA PESQUISA

Para a obtenção dos dados foi utilizado um questionário de autoria própria (Apêndice B) baseado nos objetivos da pesquisa e que contém os critérios analisados.

As três diferentes soluções ingeridas pelos voluntários foram: isotônico Gatorade® sabor tangerina (grupo controle); bebida levemente hipotônica à base de água de coco em pó sabor tangerina 262 mOsm/l (ACP 262); e bebida hipertônica à base de água de coco em pó sabor tangerina 545 mOsm/l (ACP 545), sendo a primeira adquirida pela autora e as demais doadas pela empresa ACP Biotecnologia (ACP Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Ltda., Fortaleza, Ceará, Brasil).

A composição das bebidas ACP 262 e ACP 545 encontra-se detalhada no quadro 5 a seguir.

**Quadro 5 – Informação nutricional e osmolaridade das bebidas ACP 262 e ACP 545**

<b>Nutriente</b>	<b>ACP 262</b>	<b>ACP 545</b>
Calorias (kcal)	92,3	158,6
Carboidrato, por diferença (g)	23,0	39,4
<b>Frutose (g)</b>	12,250	21,038
<b>Glicose (g)</b>	8,566	14,711
<b>Sacarose (g)</b>	0,730	1,260
<b>Gorduras totais (g)</b>	0,073	0,126
<b>Fibra, total alimentar (g)</b>	1,05	1,80
Fibra Alimentar Insolúvel (g)	1,005	1,726
Fibra Alimentar Solúvel (g)	0,050	0,090
<b>Minerais</b>		
Potássio, K (mg)	61,200	105,100
Sódio, Na (mg)	25,700	44,200
Fósforo, P (mg)	11,069	19,010
Cálcio, Ca (mg)	9,550	16,400
Magnésio, Mg (mg)	6,120	10,510
Manganês, Mn (mg)	0,269	0,463
Ferro, Fe (mg)	0,073	0,126
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina C (mg), ácido ascórbico	6,56	11,27
Vitamina B5 (mg), ácido pantotênico	1,59	2,73
Vitamina B1 (mg), tiamina	0,04	0,07
Vitamina B3 (mg), niacina (ácido nicotínico e vitamina PP)	0,03	0,05
<b>Proteína (g)</b>	0,219	0,377
<b>Aminoácidos</b>		
Leucina (mg)	13,273	22,795
Valina (mg)	11,760	20,190
Fenilalanina (mg)	9,310	15,980
Lisina (mg)	8,106	13,921
Isoleucina (mg)	7,175	12,323
Treonina (mg)	6,906	11,860
Histidina (mg)	4,359	7,486
Metionina (mg)	3,430	5,890
Triptofano (mg)	2,057	3,533
Ácido glutâmico (mg)	42,120	72,340
Glutamina (mg)	42,120	72,340
Arginina (mg)	30,860	52,990
Serina (mg)	9,550	16,400
Alanina (mg)	9,453	16,234
Glicina (mg)	8,914	15,309
Prolina (mg)	7,840	13,460
Tirosina (mg)	5,880	10,090
Cisteína (mg)	3,624	6,225
Ácido aspártico (mg)	0,171	0,294
<b>Osmolaridade (mOsm/litro; 10g em 100 ml)</b>	262	545

Fonte: ACP Biotecnologia (2017).

Foram utilizados ainda os seguintes equipamentos técnicos: Aparelho de ultrassonografia, marca Philips, modelo HD7, com transdutor de 7,5 MHz - para medir o esvaziamento gástrico das soluções; Fita métrica convencional - para medir a circunferência abdominal; Tensiômetro digital - para medir a pressão arterial; Glicosímetro e fitas glicêmicas - para se medir as glicemias; Balança digital - para medir o peso dos participantes; Cronômetro - para medir os intervalos de cada etapa dos testes; Aplicativos de celular - Joggers<sup>®</sup> - para medir a distância percorrida pelos praticantes de atividade física, e Tempo<sup>®</sup> - para verificar a temperatura no momento da realização dos testes; Termômetro Digital - para verificar a temperatura das soluções utilizadas; -Luvas de procedimento, algodão, álcool, lancetas e Descarpax - para verificação da glicemia e descarte de lixo perfurocortante.

## 4.5 MÉTODOS

### 4.5.1 Técnicas de medição do antro gástrico

As medidas do antro gástrico foram realizadas através de ultrassonografia, medindo-se a parede externa do estômago, sendo avaliada a área da sessão transversa utilizando a técnica desenvolvida por Bolondi *et al.* (1985), através de corte longitudinal da região epigástrica, usando-se por referência o plano sagital que passava pela aorta e veia mesentérica superior, através da fórmula:  $\pi \times A \times B/4$ , em que A é o diâmetro longitudinal e B é o diâmetro anteroposterior. Com esta fórmula, foi verificado a variação da área do antro gástrico.

Os exames foram realizados por um médico radiologista com experiência em realização de ultrassonografias. O mesmo médico realizou todos os exames em todos os voluntários para evitar variações na medição dos diâmetros por diferentes pessoas. Em nenhum momento o radiologista soube qual solução o voluntário tomou (avaliação cega). As ultrassonografias foram realizadas com os participantes na posição ortostática e decúbito lateral esquerdo.

O médico radiologista identificou ainda, qualitativamente, o momento que o antro estava cheio ou vazio. Esse achado foi fácil de ser observado pois o líquido dava um aspecto anecóico, sendo bem fácil perceber quando o antro estava com suas paredes colabadas ou quando estavam separadas por líquido.

## 4.5.2 Técnicas de verificação do volume gástrico estimado

Para o cálculo dos volumes gástricos estimados, foram utilizados os modelos matemáticos de Bouvet e de Perlas (BOUVET *et al.*, 2011; PERLAS *et al.*, 2013).

### 4.5.2.1 Modelo de Bouvet

Para o cálculo do volume estimado do volume gástrico, utilizamos o modelo matemático proposto por Bouvet *et al.* (2011), utilizando a fórmula:

$$VG \text{ (ml)} = -215 + 57 \log \Omega - 0,78x \text{ Idade} - 16x \text{ Altura} - 0,25 \text{ Peso} - 0,8 \text{ ASA} + 16 \text{ ml (se for feito em emergência)} + 10 \text{ ml (se paciente fez profilaxia antiácida)}$$

onde VG = volume gástrico (ml); Idade (anos); Altura (cm); Peso (Kg);  $\Omega$  = logaritmando (área do antro gástrico medido na posição semi-sentada); ASA = escore de predição de risco operatório utilizado pela Sociedade Americana de Anestesiologistas (varia de 1 a 6).

Como os pacientes do estudo eram todos saudáveis, foi utilizado valor de ASA = 1 para todos os casos. Como nenhum dos pacientes fizeram profilaxia antiácida e como os exames não foram realizados em caráter emergencial, não foi acrescentado os valores de 16 e 10 ml ao cálculo final.

### 4.5.2.2 Modelo de Perlas

Para efeitos comparativos, foi utilizado o modelo de Perlas *et al.* (2013) que estima o volume gástrico, cuja equação é:

$$VG = 27,0 + 14,6 x \Omega - 1,28 x \text{ idade}$$

onde VG = volume gástrico (ml); Idade (anos); e  $\Omega$  = área da sessão transversa do antro gástrico (ASTAG) medido por ultrassonografia (cm).

A equação original de Perlas faz o cálculo com a área da sessão transversa do antro gástrico medida na posição de decúbito lateral direito. No presente trabalho, os

voluntários tiveram essa área medida na posição ortostática, então sabidamente, espera-se erro nesta estimativa maior que o erro sistemático, que é de 6 ml na equação original.

#### 4.6 DELINEAMENTO DOS GRUPOS

A pesquisa foi realizada com a divisão dos voluntários em três diferentes grupos assim discriminados:

- Grupo controle: que fez ingestão de Gatorade® sabor tangerina;
- Grupo isotônico: que fez ingestão da solução de ACP 262; e
- Grupo hipertônico: que fez ingestão da solução de ACP 545.

O estudo contou com a participação de 26 voluntários que foram convidados a ingerir uma das três soluções testes, de forma aleatória, por sorteio. Desta forma, os grupos se delinearão da seguinte maneira:

- Sete voluntários no grupo controle, com Gatorade® sabor tangerina;
- Dez voluntários no grupo isotônico com a bebida ACP 262; e
- Nove voluntários no grupo hipertônico com a bebida ACP 545.

Os voluntários, após jejum de oito horas, chegaram à clínica de saúde onde foram submetidos a pesagem, medição da altura e da circunferência abdominal, aferição de glicemia capilar e pressão arterial.

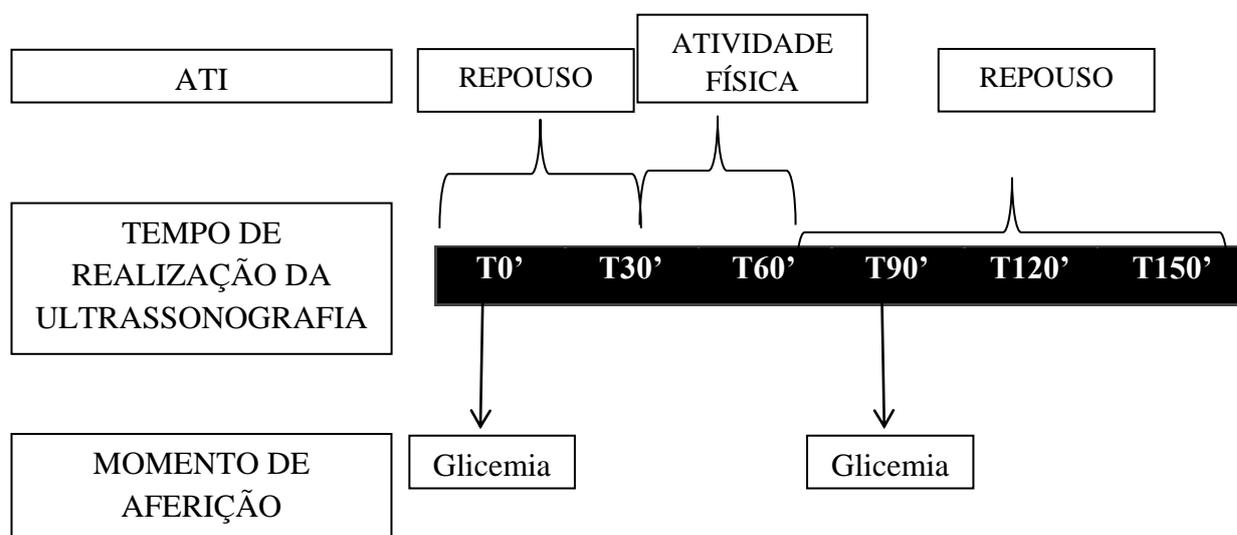
Após a aferição dos parâmetros acima, os voluntários ingeriram, de acordo com o sorteio, 300 ml de uma das três bebidas (Gatorade®, ACP 262 ou ACP 545). Todas as bebidas estavam na mesma temperatura, foram oferecidas em copos descartáveis opacos, identificados por um código com letras e números. Somente um dos pesquisadores tinha conhecimento dos códigos; dessa forma, nem o radiologista, nem o participante, sabiam que bebida havia sido ingerida.

Em seguida, o radiologista mediu os diâmetros do antro-gástrico no tempo zero (T0'), considerado o tempo < 5 min. No tempo 30 min. (T30') os voluntários realizaram uma corrida leve (trote), de 30 min. de duração, retornado à clínica de saúde para medir novamente os diâmetros do antro gástrico no tempo de 60 min. (T60') e a cada 30 min.,

subsequentemente (T90', T120' e T150'). O teste finalizava quando o exame demonstrava que o estômago estava vazio ou ao final dos 150 min. (T150'). A escolha do tempo máximo de 150 minutos foi de acordo com tempo já utilizadas em outros estudos e por se tratar do tempo esperado para o esvaziamento de líquidos claros.

A glicemia capilar foi medida novamente no tempo de 90 min. (T 90'). O resumo das intervenções realizadas e coletas de dados foi esquematizado na figura 5.

**Figura 5 - Organograma das intervenções realizadas e coletas de dados**



Fonte: Elaborada pela própria autora.

#### 4.7 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, expressos em forma de média e desvio-padrão e comparados por meio do teste *t* pareado, e ANOVA para medidas repetidas seguido do pós-teste de Bonferroni (dados paramétricos).

Os dados categóricos foram expressos em forma de frequência absoluta e comparados por meio do teste do qui-quadrado. Todas as análises foram realizadas utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20,0 para Windows adotando uma confiança de 95%.

#### 4.8 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O estudo não ofereceu quaisquer malefícios aos voluntários. As conclusões do estudo podem reverter-se em benefício para os praticantes de atividades esportivas. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com CAAE Nº 18587213.6.0000.5296.

A aplicação do questionário e a análise dos seus dados só foram realizadas diante da assinatura dos entrevistados em um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Res. 196/96-CNS) – (Apêndice C).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PERFIL DOS VOLUNTÁRIOS

Os grupos se constituíram de forma semelhante quanto ao perfil peso, idade, altura, IMC, circunferência abdominal e pressão arterial média (PAM), o que foi demonstrado pelo  $p < 0,05$  em cada característica avaliada (Tab. 1).

**Tabela 1 - Perfil dos voluntários da pesquisa**

	<b>Controle (Gatorade®)</b>	<b>Isotônica (ACP 262)</b>	<b>Hipertônica (ACP 545)</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sexo (M/F)</b>	4/3	4/6	4/5	*0,778
<b>Peso (Kg)</b>	66,86 ± 11,68	64,60 ± 18,72	64,78 ± 19,78	†0,961
<b>Idade (anos)</b>	25,14 ± 9,75	26,50 ± 10,16	27,78 ± 13,14	†0,897
<b>Altura (metros)</b>	1,68 ± 0,06	1,66 ± 0,10	1,65 ± 0,09	†0,761
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,61 ± 3,28	22,96 ± 4,92	23,52 ± 5,61	†0,953
<b>Circunferência abdominal (cm)</b>	81,29 ± 11,94	83,60 ± 11,97	81,33 ± 15,07	†0,911
<b>Pressão arterial média (PAM; mmHg)</b>	105,71 ± 21,08	101,65 ± 9,99	99,28 ± 13,26	†0,688

Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*Teste qui-quadrado (n); †Teste ANOVA/Bonferroni (média ± desvio padrão).

### 5.2 GLICEMIAS CAPILARES

As médias ( $\pm$  DP) das glicemias capilares aferidas em jejum (T0'), nos grupos controle (Gatorade®), isotônico (ACP 262) e hipertônico (ACP 545) foram de 91,00  $\pm$  7,37 mg/dl, 88,70  $\pm$  6,43 mg/dl e 99,22  $\pm$  16,31 mg/dl, respectivamente.

Já as médias ( $\pm$  DP) das glicemias capilares aferidas após a ingestão das bebidas e realização da prática esportiva (T90'), nos grupos controle (Gatorade®), isotônico (ACP 262) e hipertônico (ACP 545) foram de 83,57  $\pm$  12,27 mg/dl, 84,60  $\pm$  7,35 mg/dl e 78,67  $\pm$  9,60 mg/dl, respectivamente (Tab. 2).

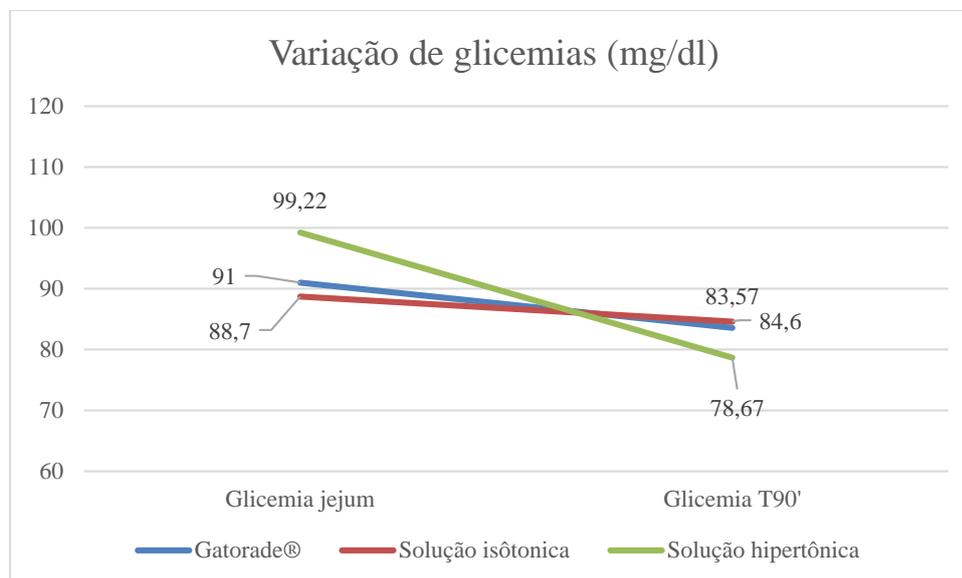
**Tabela 2 - Média + desvio padrão das glicemias capilares (mg/dl) entre as bebidas teste**

	<b>Controle (Gatorade®)</b>	<b>Isotônica (ACP 262)</b>	<b>Hipertônica (ACP 545)</b>	<b>p-valor</b>
<b>Glicose Jejum (T0')</b>	91,00 ± 7,37	88,70 ± 6,43	99,22 ± 16,31	0,124
<b>Glicose (T90')</b>	83,57 ± 12,27	84,60 ± 7,35	78,67 ± 9,60	0,387
<b>p-valor*</b>	0,164	0,117	<b>0,009</b>	
<b>Δ glicemia capilar</b>	-7,43 ± 12,38	-4,10 ± 7,48	-20,56 ± 18,07	<b>0,034</b>

Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*Teste t pareado; †Teste ANOVA/Bonferroni (média ± desvio padrão)

Quanto à variação da glicemia capilar entre o jejum (T0') e o período após a ingestão da bebida e a prática de exercícios (T90'; gráfico 1). Nota-se que a menor variação foi na queda da glicemia em 4,1 pontos (ACP 262;  $p > 0,05$ ) e a maior em 20,56 pontos (ACP 545;  $p < 0,05$ ). Ou seja, não houve variação nos valores de glicemia capilar iniciais ( $p > 0,05$ ). No entanto, houve diferença nos níveis de glicemia capilar entre o T0' e o T90' ( $\Delta$  glicemia) entre as bebidas ingeridas ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 1 - Variação das glicemias capilares (mg/dl) entre as bebidas teste**

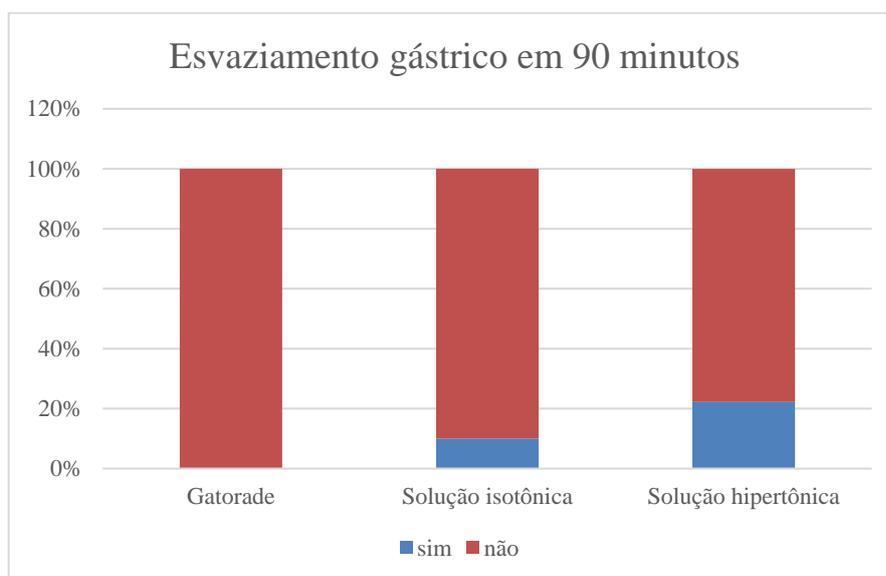
Fonte: Elaborada pela própria autora.

### 5.3 ANÁLISE DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO

#### 5.3.1 Esvaziamento gástrico até 90 minutos

No estudo, sete participantes ingeriram a bebida Gatorade® (n = 07); ao final dos 90 min., nenhum (0%) estava com estômago vazio. Dez participantes ingeriram a solução isotônica (ACP 262); ao final dos 90 min. um participante (10%) obteve o esvaziamento gástrico completo, enquanto que nove (90%) ainda apresentavam resíduo gástrico. Nove participantes ingeriram a solução hipertônica (ACP 545); ao final dos 90 min. dois participantes (22,22%) obtiveram o esvaziamento gástrico completo, enquanto que sete (77,77%) ainda apresentavam resíduo gástrico (gráfico 2).

**Gráfico 2 - Comparação entre o percentual de participantes com esvaziamento gástrico entre as bebidas teste no T90'**



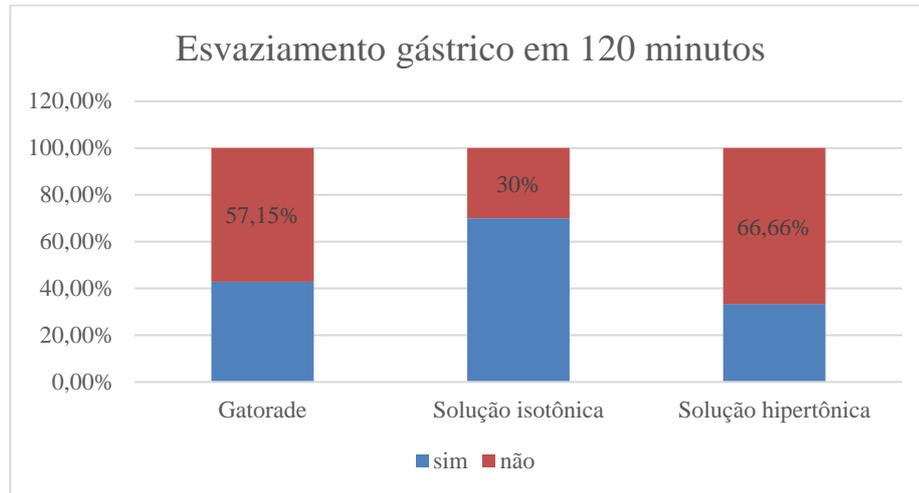
Fonte: Elaborado pela própria autora.

#### 5.3.2 Esvaziamento gástrico até 120 minutos

Com o decorrer do tempo (T120'), dos participantes que ingeriram a bebida Gatorade® três (42,85%) apresentaram esvaziamento gástrico completo e quatro (57,15%) ainda apresentavam resíduo gástrico. Dos que ingeriram a solução isotônica (ACP 262), sete (70%) obtiveram esvaziamento gástrico completo, enquanto que três (30%) ainda apresentavam resíduo gástrico. Já no grupo que ingeriu a solução hipertônica (ACP 545),

apenas três participantes (33,33%) obtiveram o esvaziamento gástrico completo, enquanto que seis (66,66%) ainda apresentavam resíduo gástrico (gráfico 3).

**Gráfico 3 - Comparação entre o percentual de participantes com esvaziamento gástrico entre as bebidas teste no T120'**

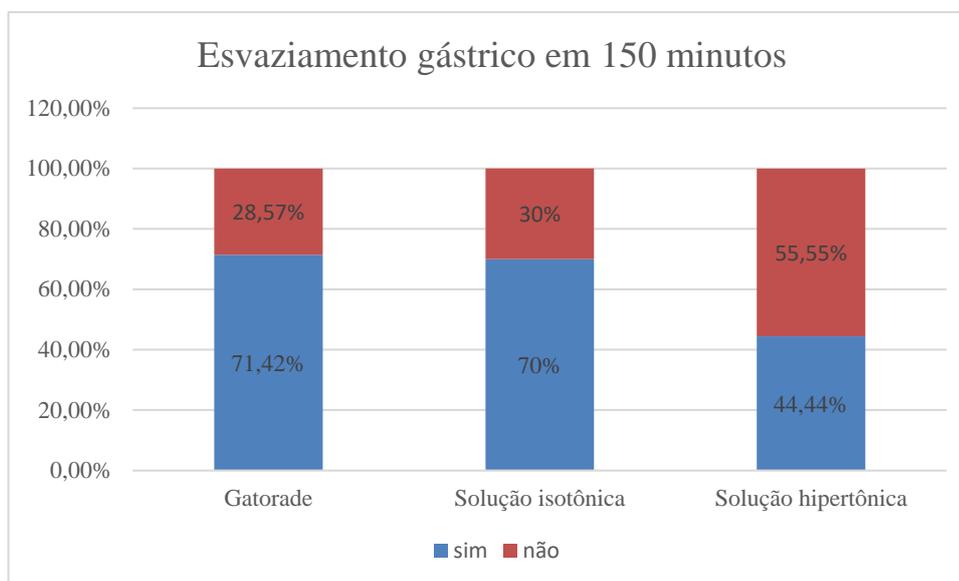


Fonte: Elaborado pela própria autora.

### 5.3.3 Esvaziamento gástrico até 150 minutos

Concluindo a análise do esvaziamento gástrico ao longo do tempo (T150'), dos participantes que ingeriram a bebida Gatorade® cinco (71,42%) apresentaram esvaziamento gástrico completo e dois (28,57%) ainda apresentavam resíduo gástrico. Dos que ingeriram a solução isotônica (ACP 262), sete (70%) obtiveram esvaziamento gástrico completo, enquanto que três (30%) ainda apresentavam resíduo gástrico, ou seja, os mesmos voluntários que apresentavam resíduo gástrico no período de 120 minutos permaneceram sem alcançar o esvaziamento ao final dos 150 minutos. Finalmente, no grupo que ingeriu a solução hipertônica (ACP 545), quatro participantes (44,44%) obtiveram o esvaziamento gástrico completo, enquanto que cinco (55,55%) permaneceram com resíduo gástrico (gráfico 4).

**Gráfico 4 - Comparação entre o percentual de participantes com esvaziamento gástrico entre as bebidas teste no T150'**



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Analisando qualitativamente em conjunto os três grupos ao longo dos tempos (Tab. 3), percebe-se que os grupos controle (Gatorade®) e isotônico (ACP 262) apresentaram variações significantes ( $p < 0,05$ ) entre a parcela de voluntários com estômago vazio ou com resíduos ao longo do tempo.

**Tabela 3 - Quantidade de voluntários com o estômago vazio ou não entre as bebidas ao longo do teste**

	Controle (Gatorade®)	Isotônica (ACP 262)	Hipertônica (ACP 545)	p-valor
Antro vazio até (sim/não)				
T 90'	0/7	1/9	2/7	0,379
T 120'	3/4	7/3 <sup>a</sup>	3/6	0,254
T 150'	5/2 <sup>a</sup>	7/3 <sup>a</sup>	4/5	0,427
<b>p-valor</b>	<b>0,022</b>	<b>0,008</b>	0,606	

Fonte: Elaborada pela própria autora.

Teste qui-quadrado (n); <sup>a</sup>p < 0,05 versus T90' ; <sup>b</sup>p < 0,05 versus T120' ; <sup>c</sup>p < 0,05 versus T150'.

#### 5.4 COMPARAÇÃO DOS VOLUMES GÁSTRICOS APÓS A INGESTÃO DAS BEBIDAS

Além das comparações qualitativas de mensuração de estômago vazio *versus* estômago cheio pela imagem ultrassonográfica, foram aplicados três métodos diferentes para estimativa do volume gástrico. Estes métodos utilizados são validados na literatura para

estimativa do volume gástrico por ultrassonografia, sendo eles: o método de Perlas, o método de Borlondi e o método de Bouvet. Utilizando cada um dos métodos de cálculo, foi mensurado o volume gástrico (expresso em mililitros) nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 minutos após a ingestão das soluções controle (Gatorade®), isotônica (ACP 262) e hipertônica (ACP 545).

#### 5.4.1 Método de Perlas

Através das médias de volume gástrico ao longo do tempo, percebe-se uma variação do mesmo entre as soluções isotônica (ACP 262) e hipertônica (ACP 545) ( $p < 0,05$ ). No entanto, não houve variação entre as bebidas teste dentro de um mesmo tempo de avaliação ( $p > 0,05$ ; Tab. 4).

**Tabela 4 - Volume gástrico (ml) entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Perlas**

Volume Gástrico (ml)	Controle (Gatorade®)	Isotônica (ACP 262)	Hipertônica (ACP 545)	p-valor*
T 0'	95,49 ± 60,61	58,28 ± 49,22	74,44 ± 40,59	0,334
T 30'	127,63 ± 67,66	90,99 ± 49,98	123,69 ± 51,58	0,323
T 60'	95,93 ± 49,39	91,15 ± 86,51	127,34 ± 39,39	0,440
T 90'	87,45 ± 33,35	90,62 ± 56,68	109,27 ± 54,12	0,634
T 120'	67,50 ± 37,08	62,83 ± 40,78	86,20 ± 31,85	0,374
T 150'	58,71 ± 40,26	53,08 ± 26,73 <sup>c</sup>	70,34 ± 34,54 <sup>c</sup>	0,533
<i>p-valor*</i>	0,090	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	

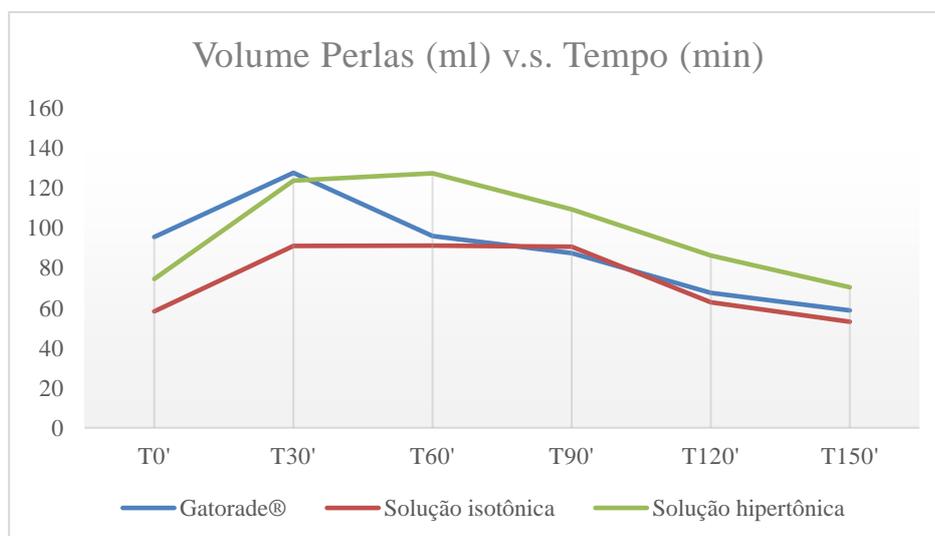
Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*teste t pareado; †Teste ANOVA para medidas repetidas/Bonferroni (média ± desvio padrão).

<sup>a</sup> $p < 0,05$  versus T0'; <sup>b</sup> $p < 0,05$  versus T30'; <sup>c</sup> $p < 0,05$  versus T60'.

Nota-se através do gráfico das médias do volume (ml) ao longo do tempo (min.) que a bebida hipertônica apresentou, após T30', médias de volume sempre maiores (Gráfico 5).

**Gráfico 5 – Média  $\pm$  desvio padrão do volume gástrico entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Perlas**



Fonte: Elaborado pela própria autora.

#### 5.4.2 Método de Borlondi

A variação das médias de volume gástrico ao longo do tempo, calculadas pelo método de Borlondi, apresentaram o mesmo comportamento daquelas do método de Perlas. Nota-se que os valores absolutos das médias foram maiores, porém extremamente semelhante ( $p > 0,05$ ) entre os grupos. Havendo a manutenção do padrão de diferença entre as bebidas isotônica (ACP 262) e hipertônica (ACP 545) ao longo do tempo de análise ( $p < 0,05$ ; Tab. 5).

**Tabela 5 - Volume gástrico (ml) entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Borlondi**

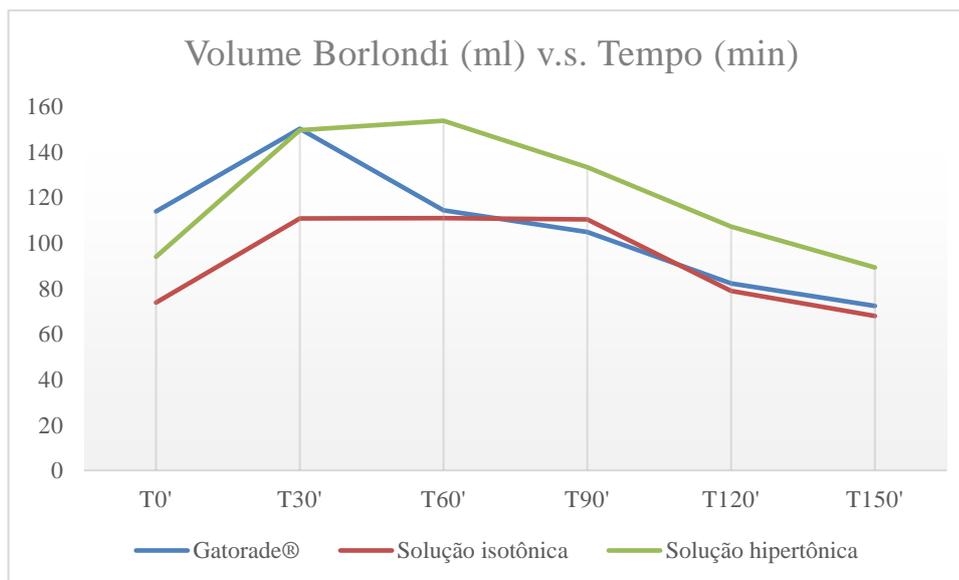
Volume Gástrico (ml)	Controle (Gatorade®)	Isotônica (ACP 262)	Hipertônica (ACP 545)	p-valor*
T 0'	113,82 $\pm$ 65,60	73,72 $\pm$ 59,79	93,85 $\pm$ 49,69	0,387
T 30'	150,17 $\pm$ 75,51	110,71 $\pm$ 56,67	149,53 $\pm$ 62,51	0,335
T 60'	114,33 $\pm$ 54,44	110,89 $\pm$ 99,61	153,66 $\pm$ 52,88	0,421
T 90'	104,74 $\pm$ 30,69	110,29 $\pm$ 74,14	133,22 $\pm$ 65,88	0,616
T 120'	82,18 $\pm$ 38,99	78,87 $\pm$ 44,41	107,13 $\pm$ 46,59	0,344
T 150'	72,24 $\pm$ 44,69	67,84 $\pm$ 33,78	89,21 $\pm$ 49,19 <sup>c</sup>	0,534
<b>p-valor*</b>	0,090	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	

Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*teste t pareado; †Teste ANOVA para medidas repetidas/Bonferroni (média  $\pm$  desvio padrão).<sup>a</sup> $p < 0,05$  versus T0'; <sup>b</sup> $p < 0,05$  versus T30'; <sup>c</sup> $p < 0,05$  versus T60'.

Comparando as médias (Gráfico 6), notamos que o grupo controle (Gatorade®) apresentou pico de volume gástrico semelhante ao grupo que ingeriu a solução hipertônica (ACP 545). No entanto, apresentou rápido esvaziamento nos intervalos de tempo seguintes.

**Gráfico 6 - Média  $\pm$  desvio padrão do volume gástrico entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Borlondi**



Fonte: Elaborado pela própria autora.

### 5.4.3 Método de Bouvet

Neste terceiro método de cálculo, foram observadas as mesmas variações estatísticas dos métodos anteriores; porém, o grupo da solução isotônica (ACP 262) mostrou comportamento aberrante entre os intervalos T60' e T120' (Tab. 6).

**Gráfico 7 - Volume gástrico (ml) entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Bouvet**

Volume Gástrico (ml)	Controle (Gatorade®)	Isotônica (ACP 262)	Hipertônica (ACP 545)	p-valor*
T 0'	85,98 $\pm$ 33,80	51,54 $\pm$ 44,08	74,01 $\pm$ 28,46	0,162
T 30'	101,83 $\pm$ 34,79	83,16 $\pm$ 38,02	103,92 $\pm$ 22,87	0,335
T 60'	88,35 $\pm$ 27,14	68,71 $\pm$ 54,68	105,97 $\pm$ 22,30	0,140
T 90'	86,97 $\pm$ 18,82	80,68 $\pm$ 29,47	94,39 $\pm$ 28,06	0,541
T 120'	70,39 $\pm$ 23,73	63,44 $\pm$ 36,15	83,13 $\pm$ 22,39	0,343
T 150'	61,38 $\pm$ 23,33	57,28 $\pm$ 27,28 <sup>b</sup>	68,49 $\pm$ 32,42 <sup>c</sup>	0,690
<b>p-valor*</b>	0,083	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	

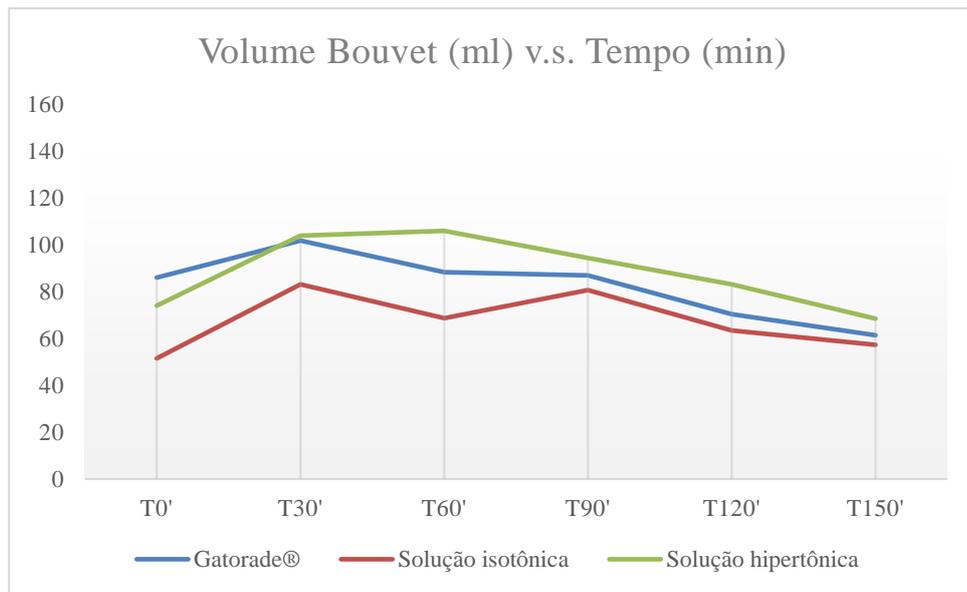
Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*teste t pareado; <sup>†</sup>Teste ANOVA para medidas repetidas/Bonferroni (média  $\pm$  desvio padrão).

<sup>a</sup>p < 0,05 versus T0'; <sup>b</sup>p < 0,05 versus T30'; <sup>c</sup>p < 0,05 versus T60'.

Evidencia-se no gráfico das médias de volume gástrico *versus* tempo que o grupo da solução isotônica (ACP 262) apresenta um segundo pico de maior média de volume gástrico no tempo T90' (gráfico 7).

**Gráfico 8 - Média  $\pm$  desvio padrão do volume gástrico entre as bebidas ao longo do teste pelo método de Bouvet**



Fonte: Elaborado pela própria autora.

## 6 DISCUSSÃO

A semelhança encontrada nos grupos formados aleatoriamente através dos parâmetros avaliados em cada voluntário é benéfica ao estudo. Esta ausência de diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) valoriza as comparações do comportamento do esvaziamento gástrico e glicemias entre os grupos, visto que isto reduz diferenças causadas por características particulares e não da bebida ingerida.

Quanto às variações nas glicemias nota-se que, ao início, os grupos apresentavam glicemias capilares semelhantes ( $p > 0,05$ ). Na medição após a ingestão da bebida e da prática da corrida (T 90') os grupos controle (Gatorade®) e isotônico (ACP 262) não apresentaram variações significativas ( $p > 0,05$ ), permanecendo com médias superiores a 80 mg/dl de glicose.

O grupo que fez ingestão da solução hipertônica (ACP 545) apresentou queda da média da glicemia em aproximadamente 20 pontos ( $p < 0,05$ ). Este grupo apresentou maior média de glicemia em jejum (99,2 mg/dl) e ainda um fato que os outros dois grupos não apresentaram – a situação clínica de hipoglicemia. Dois voluntários apresentaram glicemias capilares de 69 e 62 mg/dl, porém não sentiram sintomas típicos de hipoglicemia (sudorese, vertigem, escotomas, etc.). Os outros grupos apresentaram, entre os voluntários, na segunda medição, sempre glicemias maiores ou iguais a 70 mg/dl.

A hipoglicemia relacionada à ingestão de alimentos ricos em carboidratos é descrita como hipoglicemia de efeito rebote ou hipoglicemia reativa. Este fenômeno ocorre quando há ingestão de uma grande quantidade carboidrato de alto índice glicêmico, ou seja, que aumenta rapidamente o teor de glicose no sangue. Esse aumento abrupto estimula uma alta produção de insulina que age retirando a glicose do sangue e levando-a para o meio intracelular onde será degradada, levando assim a uma queda da glicemia sanguínea de forma rápida.

Este efeito rebote pode ser potencializado pela prática de exercícios devido à soma de outros fatores hipoglicemiantes além da hiperinsulinemia já citada: o aumento da captação de glicose pelo músculo (efeito da atividade física) e a supressão da produção de glicose hepática (COSTILL *et al.*, 1977; FEBBRAIO *et al.*, 2000; STANNARD *et al.*, 2000; WEE *et al.*, 1999; 2005; WU *et al.* 2003).

É importante ressaltar ainda que a maior média de glicemia, em valores absolutos, foi encontrada no grupo que fez a ingestão da solução hipertônica (ACP 545;  $p > 0,05$ ). Supõe-se assim que neste grupo devem existir pessoas com estado de pré-diabetes, o que também pode levar à hipoglicemia reativa, se comportando assim como um viés para a análise glicêmica desde grupo.

A técnica através ultrassonografia para avaliação de esvaziamento gástrico neste estudo, se mostrou mais uma vez eficaz, com semelhança entre os valores independente da metodologia de cálculo utilizada. O grande benefício desta forma de avaliação se dá pela possibilidade de ser realizada por um aparelho de fácil acesso, de forma não invasiva e baixo custo. Comparando-se as três soluções estudadas e analisando a tendência de esvaziamento entre as três, observou-se que as três bebidas administradas apresentaram um bom esvaziamento gástrico até o tempo de 150 min., restando de forma geral apenas nove dos 25 participantes do estudo com estômago ainda com resíduo. Destes nove, quatro faziam parte do grupo que fez ingestão da solução hipertônica (ACP 545). A média de resíduo gástrico que permaneceu entre os participantes do grupo da solução isotônica (ACP 262) foi de  $57,28\text{ml} \pm 27,28$  no tempo final de 150 minutos enquanto a solução hipertônica apresentou volume de  $68,49\text{ml} \pm 32,42$ , pelo método de cálculo de Bouvet. Evidenciando que o máximo de resíduo apresentado foi de 100,91ml, logo percebe-se que mesmo os que não apresentaram um estomago vazio, permaneceram com pequena quantidade de líquido intra-gástrico.

Analisando de forma individual, nota-se que a solução isotônica (ACP 262) apresenta esvaziamento gástrico mais rápido, com 70% dos participantes alcançando o esvaziamento completo ao final de 120 min.

A solução controle (Gatorade<sup>®</sup>), apresenta esvaziamento gástrico mais lento nas faixas de tempo de 90 e 120 min., porém alcança resultado semelhante no tempo total de 150 min. (71,42 vs. 70,00%).

Em relação à solução hipertônica (ACP 545), apesar de apresentar maior número de participantes com esvaziamento gástrico na primeira medição aos 90 min., nas demais faixas de tempo se apresentou como aquela de maior dificuldade de esvaziamento gástrico. O resultado da medição inicial dessa bebida deve ter ocorrido por características próprias dos participantes, que deveriam apresentar um trânsito gastrintestinal mais acelerado, suprimindo as características da bebida ingerida.

Em outros trabalhos realizados desta mesma linha de pesquisa, com bioprodutos à base de água de coco em pó, em voluntários em repouso, não foi percebido esta diferença na velocidade de esvaziamento gástrico entre as bebidas ACP 262 e ACP 545. Com isso, supõe-se que a prática de atividade física levou a uma mudança na absorção dessas bebidas.

Em relação à variação do volume gástrico ao longo do tempo, percebe-se que há semelhança entre os resultados com diferentes métodos de cálculo para a mensuração do volume gástrico. Nota-se também que quanto ao comportamento da variação do volume gástrico, também há semelhança entre os métodos. Este resultado confere maior respaldo à mensuração do volume gástrico pelo método de ultrassonografia. Ressalta-se que no grupo que ingeriu a solução isotônica (ACP 262) a média de volume gástrico apresentou um segundo pico pelo método de cálculo de Bouvet. Este comportamento divergente pontual ocorreu pela maior semelhança dos volumes gástricos no tempo de 60 e 90 min., levando a evidência de um discreto aumento neste método.

## 7 CONCLUSÃO

A utilização por atletas de bebidas adicionadas de carboidratos em substituição à água isolada é benéfica por estimular o esvaziamento gástrico, além da reposição energética.

A ultrassonografia foi novamente validada neste estudo como um excelente método de avaliação do esvaziamento gástrico, eficaz, de fácil reprodução e acessível.

Até 120 min. antes da prática esportiva pode-se fazer a ingestão de 300 ml da solução isotônica (ACP 262), em uma única dose, de forma segura, sem a ocorrência de sintomas de desconforto gástrico e mantendo níveis glicêmicos dentro da normalidade.

Já com relação à solução hipertônica (ACP 545), não se recomenda a ingestão da mesma em uma única dose de 300 ml antes da prática esportiva pela mesma causar hipoglicemia de rebote e potencializar o retardo do esvaziamento gástrico em relação a bebidas com menor quantidade de carboidrato, evidenciado neste tipo de exercício (corrida).

## REFERÊNCIAS

- BAKER, L.B. Sweating rate and sweat sodium concentration in athletes: a review of methodology and intra/interindividual variability. **Sports Medicine**, v. 47, supl. 1, p. 111-128, 2017.
- BENINI, L. *et al.* Simultaneous measurement of gastric emptying of a solid meal by ultrasound and by scintigraphy. **American Journal of Gastroenterology**, v. 94, n. 10, p. 2861-2865, 1999.
- BERSTAD, A. *et al.* Ultrasonography of the human stomach. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 31, n. 220, p. 75-86, 2009.
- BOLONDI, L. *et al.* Measurement of gastric emptying time by real-time ultrasonography. **Gastroenterology**, v. 89, n. 4, p. 752-759, 1985.
- BOLZAN, S. S.; CASTIGLIONE, T. F. B.; ROSSI, L. Efeitos da reposição hídrica com água de coco sobre o rendimento de praticantes de *spinning*. **O Mundo da Saúde**, v. 37, n. 3, 2013.
- BOUVET, L.; CHASSARD, D. Contribution of ultrasonography for the preoperative assessment of gastric contents. **Annales Françaises D'anesthésie et de Réanimation**, v. 33, n. 4, p. 240-247, 2014.
- BOUVET, L. *et al.* Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume. **Anesthesiology**, v. 114, n. 5, p. 1086-1092, 2011.
- BROUNS, F. *et al.* Osmolarity does not affect the gastric emptying rate of oral rehydration solutions. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 19, n. 5, p. 403-406, 1995.
- BUISMAN, W. J. *et al.* Evaluation of gastric volumes: comparison of 3-D ultrasound and magnetic resonance imaging. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 42, n. 7, p. 1423-1430, 2016.
- CAMPS, G. *et al.* Empty calories and phantom fullness: a randomized trial studying the relative effects of energy density and viscosity on gastric emptying determined by MRI and satiety. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 104, n. 1, p. 73-80, 2016.
- CERMAK, N. M.; VAN LOON, L. J. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. **Sports Medicine**, v. 43, n. 11, p. 1139-1155, 2013.
- CHEN, C. *et al.* A pilot study of ultrasound evaluation of gastric emptying in patients with end-stage renal failure: a comparison with healthy controls. **Journal of the Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland**, v. 72, p. 714-718, 2017.
- COLLARES, E. F.; BRASIL, M. R. Esvaziamento gástrico em crianças. I. Influência da temperatura de uma solução hidratante de uso oral. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 18, n. 3, p. 123-126, 1981.

CONVERTINO, V. A. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, n. 1, p. 1-7, 1996.

COSTILL, DL *et al.*, Sweating: its composition and effects on body fluids. **Annals of The New York Academy Sciences**, n 301, p. 160-174, 1977.

DAPOIGNY, M. *et al.* Validation of an ultrasonographic method of gastric emptying measurement in men. **Gastroentérologie Clinique et Biologique**, v. 15, n. 3, p. 199-203, 1991.

DARWICHE G, Björgell O, Thorsson O, Almer LO: Correlation between simultaneous scintigraphic and ultrasonographic measurement of gastric emptying in patients with type 1 diabetes mellitus. **Journal Ultrasound Med**, n. 22, p. 459-466, 2003.

DENNIS, S. C.; NOAKES, T. D.; HAWLEY, J. A. Nutritional strategies to minimize fatigue during prolonged exercise: fluid, electrolyte and energy replacement. **Journal of Sports Science**, v. 15, n. 3, p. 305-313, 1997.

EISEMAN, B. Intravenous infusion of coconut water. **AMA Archives of Surgery**, n. 68, p. 167-78, 1954.

FEBBRAIO, MA, Chiu A, Angus DJ, Arkinstall MJ, Hawley JA, **Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance**. *Journal Applied Physiology*, v. 89, n. 6, p. 2220-2226, 2000.

GILJA, O. H. Ultrasound of the Stomach - The EUROSON Lecture 2006. **Ultraschall in der Medizin**, v. 28, n. 1, p. 32-39, 2007.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E., GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**. Elsevier São Paulo, 12 ed, p 945-950, 2011.

HORNER, K. M. *et al.* Acute exercise and gastric emptying: a meta-analysis and implications for appetite control. **Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 659-678, 2015.

HORNER, K. M. *et al.* Influence of habitual physical activity on gastric emptying in healthy males and relationships with body composition and energy expenditure. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 3, p. 489-496, 2015.

HOROWITZ, M. *et al.* Role and integration of mechanisms controlling gastric emptying. **Digestive Diseases & Sciences**, v. 39, n. 12, p. 7S-13S, 1994.

HUTCHISON, A. T. *et al.* Acute load-dependent effects of oral whey protein on gastric emptying, gut hormone release, glycemia, appetite, and energy intake in healthy men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 102, n. 6, p. 574-584, 2015.

HVEEM, K. *et al.* Scintigraphic measurement of gastric emptying and ultrasonographic assessment of antral area: relation to appetite. **Gut**, v. 38, n. 6, p. 816-821, 1996.

ISHIBASHI-SHIRAISHI, I. *et al.* L-arginine and L-glutamate enhances gastric motor function in rats and dogs and improves delayed gastric emptying in dogs. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, v. 359, n. 2, p. 238-246, 2016.

KALMAN, D. S. *et al.* Comparison of coconut water and a carbohydrate-electrolyte sport drink on measures of hydration and physical performance in exercise-trained men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, p. 1, 2012.

LITTLE, T. J. *et al.* Gastric emptying of hexose sugars: role of osmolality, molecular structure and the CCK<sub>1</sub> receptor. **Neurogastroenterology & Motility**, v. 22, n. 11, p.1183-1190, 2010.

LOBO, D. N. *et al.* Gastric emptying of three liquid oral preoperative metabolic preconditioning regimens measured by magnetic resonance imaging in healthy adult volunteers: a randomized double-blind, crossover study. **Clinical Nutrition**, v. 28, n. 6, p. 636-641, 2009.

LOUREIRO, B. M. C.; FEITOSA FILHO, G. S. Escores de risco perioperatório para cirurgias não-cardíacas: descrições e comparações. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 12, n. 4, p. 314-320, 2014.

MACEDO, A. S. *et al.* Gastric emptying in children. VI. Evaluation of the cumulative effect of the water low temperature. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 23, n. 3, p. 184-188, 1986.

MCCARTNEY, D.; DESBROW, B.; IRWIN, C. The effect of fluid intake following dehydration on subsequent athletic and cognitive performance: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 3, n. 1, p.13, 2017.

PEART, D. J.; HENSBY, A.; SHAW, M. P. Coconut water does not improve markers of hydration during sub-maximal exercise and performance in a subsequent time trial compared to water alone. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 21, p. 1-19, 2016.

PEDERSEN, J. F. A modified sonographic technique for assessment of gastric emptying of liquid. **Acta Radiologica**, v. 44, n. 3, p. 340-343, 2003.

PERLAS, A. *et al.* Ultrasound assessment of gastric content and volume. **Anesthesiology**, v. 111, n. 1, p. 82-89, 2009.

PERLAS, A. *et al.* Validation of a mathematical model for ultrasound assessment of gastric volume by gastroscopic examination. **Anesthesia & Analgesia**, v. 116, n. 2, p. 357-363, 2013.

PUTTE, P. V.; PERLAS, A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. **British Journal of Anesthesia**, v. 113, n. 1, p. 12-22, 2014.

REZENDE FILHO, J. Esvaziamento gástrico: métodos de avaliação. In: CASTRO, L. P. *et al.* **Tópicos em Gastroenterologia**. v. 5. Rio de Janeiro: Medsi, p. 35-47, 1994.

SAAT, M. *et al.* Rehydration after exercise with fresh young coconut water, carbohydrate- - electrolyte beverage and plain water. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, v. 21, n. 2, p. 93-104, 2002.

SEUNG-HWA, L. *et al.* Technical skills and training of upper gastrointestinal endoscopy for new beginners. **World Journal of Gastroenterology**, v. 21, n. 3, p. 759-785, 2015.

SILVA, R. P.; ALTOÉ, J. B.; MARINS, J. C. B. Relevância da temperatura e do esvaziamento gástrico de líquidos consumidos por praticantes de atividade física. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 5, p. 755-765, 2009.

SPENCER, A. O. *et al.* Ultrasound assessment of gastric volume in the fasted pediatric patient undergoing upper gastrointestinal endoscopy: development of a predictive model using endoscopically suctioned volumes. **Pediatric Anesthesia**, v. 25, n. 3, p. 301-308, 2015.

STANNARD, S. R.; CONSTANTINI, N. W.; MILLER, J. C. The effect of glycemic index on plasma glucose and lactate levels during incremental exercise. **International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism, Champaign**, v.10, n.1, p.51-61, 2000.

STRID, H. *et al.* Effect of heavy exercise on gastrointestinal transit in endurance athletes. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 46, n. 6, p. 673-677, 2011.

SUN, W. M. *et al.* Effect of meal temperature on gastric emptying of liquids in man. **Gut**, v. 29, n. 3, p. 302-305, 1988.

SYRKIEWICZ-TREPIAK, D.; JONDERKO, K.; KASICKA-JONDERKO, A. Effect of the osmolality of caloric and acaloric liquids on gastric myoelectrical activity in humans. **Medical Science Monitor**, v. 16, n. 5, p. CR252-259, 2010.

TOOMEY, C. M.; McCORMACK, W. G.; JAKEMAN, P. The effect of hydration status on the measurement of lean tissue mass by dual-energy X-ray absorptiometry. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 3, p. 567-574, 2017.

TRONCON, L. E.; IAZIGI, N. Effect of test meal temperature on the gastric emptying of liquids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 21, n. 1, p. 57-60, 1988.

TSINTZAS, K.; WILLIAMS, C. Human muscle glycogen metabolism during exercise. Effect of carbohydrate supplementation. **Sports Medicine**, v. 25, n. 1, p. 7-23, 1998.

UCHIDA, M. *et al.* Effects of straight alkyl chain, extra hydroxylated alkyl chain and branched chain amino acids on gastric emptying evaluated using a non-invasive breath test in conscious rats. **Journal of Smooth Muscle Research**, v. 52, p. 36-44, 2016.

UCHIDA, M.; KOBAYASHI, O.; SAITO, C. Correlation between gastric emptying and gastric adaptive relaxation influenced by amino acids. **Journal of Neurogastroenterology and Motility**, v. 23, n. 3, p. 400-408, 2017.

VALADARES, C. P. *et al.* Apresentação da técnica de estudo por tempo de esvaziamento gástrico por meio de ultrassonografia. **Radiologia Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 15-18, 2006.

VIST, G. E.; MAUGHAN, R. J. The effect of osmolality and carbohydrate content on the rate of gastric emptying of liquids in man. **The Journal of Physiology**, v. 486, n. 2, p. 523-531, 1995.

VON DUVILLARD, S. P. *et al.* Fluids and hydration in prolonged endurance performance. **Nutrition**, v. 20, n. 7-8, p. 651-656, 2004.

WEE, S. L. *et al.* Influence of high and low glycemic index meals on endurance running capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise, Indianapolis**, v.31, n.3, p.393-399, 1999.

WEE, S. L. *et al.* Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. **Journal of Applied Physiology, Bethesda**, v.99, n.2, p.707-714, 2005.

WU, C. *et al.* The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. **The British Journal of Nutrition, Cambridge**, v.90, n.6, p.1049-1056, dez. 2003.

## **APÊNDICES**

## APÊNCICE A – TABELAS EXTRAS

Tabela 7 - Tabela de diâmetros e áreas gástricas

	Controle (Gatorade®)	Isotônica (ACP 262)	Hipertônica (ACP 545)	p-valor*
<b>Diâmetro A Antro (cm)</b>				
T 0'	4,76±1,02	3,46±1,54	4,13±1,18	0,146
T 30'	5,11±0,95	4,30±1,13	4,96±1,04	0,246
T 60'	4,30±0,77	3,99±1,96	4,94±0,91	0,339
T 90'	4,27±1,05	3,90±1,67	4,42±1,03	0,680
T 120'	4,03±0,99	3,27±1,15	3,90±0,97	0,281
T 150'	3,26±0,88	3,08±1,12 <sup>b</sup>	3,66±0,99	0,469
<b>p-valor*</b>	0,138	<b>0,011</b>	0,119	
<b>Diâmetro B Antro (cm)</b>				
T 0'	1,83±0,91	1,58±0,95	1,66±0,53	0,825
T 30'	2,16±0,82	1,99±0,91	2,24±0,49	0,764
T 60'	2,00±0,72	1,91±1,21	2,34±0,58	0,567
T 90'	1,89±0,24	2,09±0,82	2,24±0,88	0,636
T 120'	1,56±0,50	1,84±0,78	2,02±0,49	0,346
T 150'	1,66±0,59	1,71±0,58 <sup>d</sup>	1,74±0,62	0,959
<b>p-valor*</b>	0,355	<b>0,007</b>	0,119	
<b>Área Antro (cm)</b>				
T 0'	6,89±3,96	4,48±3,62	5,69±3,02	0,393
T 30'	9,11±4,58	6,71±3,43	9,07±3,79 <sup>a</sup>	0,333
T 60'	6,93±3,30	6,72±6,03	9,31±3,21	0,421
T 90'	6,33±1,86	6,70±4,50	8,08±3,99	0,613
T 120'	4,99±2,34	4,76±2,69	6,48±2,84	0,346
T 150'	4,39±2,72	4,10±2,06 <sup>c</sup>	5,39±2,99 <sup>b</sup>	0,374
<b>p-valor*</b>	0,111	<b>0,013</b>	<b>0,014</b>	

Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*Teste ANOVA para medidas repetidas/Bonferroni; †Teste ANOVA/Bonferroni (média ± desvio padrão).

<sup>a</sup>p < 0,05 versus T0' ; <sup>b</sup>p < 0,05 versus T30' ; <sup>c</sup>p < 0,05 versus T60' ; <sup>d</sup>p < 0,05 versus T90' ; <sup>e</sup>p < 0,05 versus T120'.

Tabela 8 - Tabela de variação das áreas gástricas nos intervalos de tempo

	Controle (Gatorade®)	Isotônica (ACP 262)	Hipertônica (ACP 545)	p-valor*
<b>Δ Área Antro</b>				
T 0'	1,35±0,32	2,38±2,24	1,77±0,61	0,357
T 30'	1,19±0,64	1,81±1,98	2,07±1,33	0,507
T 60'	1,10±0,44	1,95±1,18	1,59±0,74	0,174
T 90'	0,86±0,38	1,53±1,79	1,07±0,85	0,532
T 120'	0,62±0,51	0,60±1,45 <sup>abc</sup>	0,70±0,79	0,976
T 150'	0,157	<b>0,003</b>	0,141	
<b>Antro Vazio (min.)</b>	137,14±16,04	126,00±18,97	133,33±26,46	0,549

Fonte: Elaborada pela própria autora.

\*Teste ANOVA para medidas repetidas/Bonferroni; †Teste ANOVA/Bonferroni (média ± desvio padrão)

<sup>a</sup>p<0,05 versus T0-30, <sup>b</sup>p<0,05 versus T0-60, <sup>c</sup>p<0,05 versus T0-120, <sup>d</sup>p<0,05 versus T0-150.

## APÊNCICE B – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

Código do participante da pesquisa: \_\_\_\_\_

Código do copo com bebida ingerida: \_\_\_\_\_

Dados:

1) Peso (kg): \_\_\_\_\_

2) Circunferência abdominal (cm): \_\_\_\_\_

3) Altura (m): \_\_\_\_\_

4) IMC (kg/m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

5) Pressão arterial antes da realização dos testes (mmHg): \_\_\_\_\_

6) Glicemia capilar de jejum (mg/dl): \_\_\_\_\_

7) Glicemia capilar T90' (mg/dl): \_\_\_\_\_

8) Valores de medias ultrassonográficas aferidas por radiologista do antro gástrico:

Tempos	Secção Incisura A e B	Secção Intermediária C e D	Secção Píloro E e F	Comprimento H
T0'				
T30'				
T60'				
T90'				
T120'				

9) Vomitou durante exame:

 sim                       não

10) Houve dificuldade técnica para medir o volume gástrico pela ultrassonografia

 sim                       não

Obs.: Caso as duas últimas perguntas tenham sido positivas excluir ficha do estudo e interromper o teste deste voluntário.

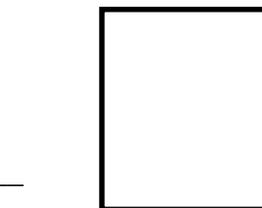
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) para participar, de forma voluntária, da pesquisa intitulada: **AVALIAÇÃO DO Esvaziamento Gástrico e da Manutenção da Glicemia após a ingestão de bebidas à base de água de coco por praticantes de atividades físicas** está sob a responsabilidade do pesquisador: Ivna Mara Oliveira Fernandes da Silveira e tem como objetivos: comparar o potencial da água de coco em pó com sabor tangerina de 260 mOsm/l, da água de coco em pó sabor tangerina de 545 mOsm/l usada como repositor de energia e hidratação quando comparada a outra bebida isotônica comercialmente bem estabelecida com este fim, o Gatorade®. Para isso precisamos que o(a) senhor(a), responda algumas perguntas contidas na nesse (formulário). Suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o seu nome em qualquer fase do estudo. Os dados coletados serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Esta pesquisa poderá trazer benefícios caso haja comprovação da aplicabilidade dos bioprodutos à base da água de coco em pó. A água de coco liofilizada saborizada é um produto feito a partir da água de coco, que por processos físico-químicos é transformada em pó, como ocorre com o leite por exemplo, sendo necessário colocar água para refazer o produto. Existe risco potencial se houver alergia à água de coco. Por isso, na pesquisa, paciente com história de alergias, não poderão participar. O(A) Sr.(a) poderá interromper o procedimento se assim desejar. A sua participação é de caráter **voluntário**, isto é, a qualquer momento o(a) Sr.(a) pode recusar-se a responder qualquer pergunta ou desistir de participa e retirar seu consentimento, entrando em contato com a responsável pela pesquisa pelo telefone (85) 99718-334. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é formado de um grupo de profissionais de diversas áreas, cuja função é avaliar as pesquisas com seres humanos. O CEP foi criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa e também, dos pesquisadores. Qualquer dúvida ética o(a) Sr.(a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Geral de Fortaleza, fone: 3101 7078. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é feito em duas vias, no qual o(a) Sr. (a.) terá uma via e não terá nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras.

Fortaleza, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Participante da pesquisa:



Digital caso não assine

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável pela coleta dos dados

Rubrica: