

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Suplementação de bicarbonato de
sódio e performance em testes de ciclismo
prolongado com sprints intermitentes**

Luísa Alves Mendonça Perfeito

Trabalho desenvolvido e apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II – 0060029, como requisito parcial para a graduação no curso de Nutrição da FSP/USP.

Área: Nutrição em Esportes e Exercício Físico

Orientadora: Drd. Nathália Saffioti Rezende

São Paulo

2023

Suplementação de bicarbonato de sódio e performance em testes de ciclismo prolongado com sprints intermitentes

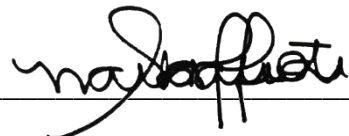
Luísa Alves Mendonça Perfeito

Trabalho desenvolvido e apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II – 0060029, como requisito parcial para graduação em nutrição, oferecida pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Área: Nutrição em Esportes e Exercício Físico

Orientadora: Drd. Nathália Saffioti Rezende

Aprovação da orientadora: _____



São Paulo

2023

O conteúdo deste trabalho é publicado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional – CC BY-NC-ND 4.0



AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso contou com a participação e o apoio significativo da minha orientadora, Nathália Saffioti Rezende. Durante os meus dois primeiros anos de graduação, juntas em projetos de extensão da Faculdade de Saúde Pública, e nos últimos três anos na área de pesquisa acadêmica, tive a oportunidade de trabalhar ao seu lado e cresci muito, não apenas profissionalmente, mas também como pessoa. Ao longo de todo esse tempo, recebi valiosas orientações e ensinamento que não apenas moldaram esse trabalho, mas também enriqueceram minha jornada acadêmica como um todo. A paciência demonstrada e o tempo generosamente dedicado foram fundamentais para o meu crescimento e para a minha compreensão mais profunda do assunto.

Orgulha-me de fechar este ciclo como parte integrante do *Applied Physiology Research Group*, um grupo de pesquisa sob coordenação do Bruno Gualano, Guilherme Artoli e Hamilton Roshel. E à minha orientadora de Iniciação Científica, Eimear Bernadette Dolan, também direciono profundos e sinceros agradecimentos. É admirável todas as suas análises, conhecimentos e contribuições, não apenas no meu projeto de pesquisa, como também em todos aqueles desenvolvidos dentro do grupo. E, sem dúvida, todo o conhecimento adquirido e aprimorado nesse período foi de fundamental importância para o correto delineamento e desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, ainda, à Rafaela Silvério, Letícia Lopes Takarabe, e ao Gabriel Perri Esteves pela parceria no projeto principal e no grupo de pesquisa, pelas contribuições de ideias, esclarecimento de dúvidas e ensinamentos, os quais também foram fundamentais para o desenvolvimento e análise dos dados aqui apresentados, bem como para o meu crescimento na área. Por fim, agradeço à minha família e amigos que me apoiaram constantemente, não apenas no desenvolvimento do trabalho em questão, como também no decorrer de todos os anos de graduação. Em todos os momentos, por mais conturbados ou difíceis que fossem, sempre tive ao lado pessoas que me incentivaram a buscar o melhor de mim e a colocar em prática cada ensinamento. Críticas, sugestões e conselhos foram bastante presentes e contribuíram significativamente para a qualidade do trabalho aqui apresentado.

Perfeito LMA. Suplementação de bicarbonato de sódio e performance em testes de ciclismo prolongado com sprints intermitentes [Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Nutrição]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2023.

RESUMO

Introdução: A regulação do pH intramuscular é fundamental para um bom desempenho e performance. Em modalidades de alta intensidade, que requerem um maior uso do metabolismo anaeróbico, há um aumento dos íons de hidrogênio que leva a uma redução do pH e, por sua vez, um prejuízo da contração muscular, diminuição do tempo até a fadiga, da força e da potência de atletas. Portanto, uma maior capacidade de tamponamento e capacidade de manutenção do pH do músculo é benéfico e apresenta vantagens em esportes de alta intensidade. A suplementação de bicarbonato de sódio demonstra-se capaz de reduzir a acidose muscular em esportes com duração de 0.5 a 10 minutos e em exercícios prolongados e intermitentes. Porém, até o momento, somente um estudo demonstrou o benefício da suplementação de bicabornato de sódio em um teste prolongado de ciclismo.

Objetivos: Investigar se a suplementação de bicarbonato de sódio anterior a um teste prolongado de ciclismo com sprints intermitentes possui um efeito ergogênico, aumentando o desempenho. **Métodos:** O estudo apresenta um desenho randomizado, cross-over e de dupla-ocultação, com o oferecimento de três tratamentos: placebo, bicabornato de sódio e cloreto de amônio (controle negativo). Homens saudáveis, treinados, com idade entre 18 e 35 anos foram recrutados para participar do estudo e realizaram cinco sessões de teste (uma sessão de teste incremental, uma sessão de familiarização e três sessões de testes experimentais). Durante cada um dos testes experimentais, eles completaram um teste prolongado de duas horas contínuas de ciclismo, com seis *sprints* de alta intensidade. O teste prolongado é finalizado com um teste de Wingate de 30 segundos. **Resultados:** Até o momento foram coletados os dados de oito voluntários. Neste trabalho, é apresentado um resumo dos dados preliminares em média e desvio-padrão. É importante destacar que o estudo ainda não foi finalizado, dessa forma, nenhuma inferência pode ser feita para não prejudicar seu cegamento. **Discussão:** Apesar de nenhuma inferência poder ser realizada até o final das coletas, alguns pontos interessantes foram identificados com os dados preliminares. Devido à natureza flutuante do teste de ciclismo prolongado, percebe-se que os parâmetros variam substancialmente alinhados com os diferentes níveis de intensidade ao

longo do teste. Aparentemente, o pH e bicarbonato foram substancialmente aumentados ou diminuídos de acordo com a suplementação de bicarbonato de sódio ou cloreto de amônio em comparação com o placebo. Curiosamente, essas mudanças parecem persistir durante todo o teste e no período de recuperação. Esses dados preliminares são encorajadores, pois indicam que nosso modelo para desafiar a regulação do pH, tanto em função do teste de esforço quanto dos suplementos ácidos e alcalinos, parece estar funcionando bem. **Conclusão:** O desenho do estudo permite observar que o pH e bicarbonato foram substancialmente aumentados ou diminuídos de acordo com a suplementação de bicarbonato de sódio ou cloreto de amônio em comparação com o placebo. Porém, nenhuma inferência e correlação com o desempenho dos atletas pode ser realizada, pois pode prejudicar o cegamento do estudo e interpretação dos resultados.

Palavras-chave: endurance; desempenho; bicarbonato de sódio; nutrição esportiva.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	ATUAÇÃO DO NUTRICIONISTA NESSE CONTEXTO	9
2	OBJETIVOS.....	10
3	METODOLOGIA	10
3.1	BASELINE E TESTE INCREMENTAL (VO_{2max})	11
3.2	TESTE DE CICLISMO PROLONGADO	12
3.3	COLETAS DE SANGUE	13
3.4	SUPLEMENTAÇÃO.....	14
3.5	PARTICIPANTES	15
3.5.1	Recrutamento e seleção.....	16
3.6	PADRONIZAÇÃO E CONTROLE.....	16
3.7	COMITÊ DE ÉTICA	17
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
	IMPLICAÇÕES PARA O CAMPO DE ATUAÇÃO.....	19
	REFERÊNCIAS.....	21
	ANEXOS	25
	ANEXO I – FORMULÁRIO DE INTERESSE NO ESTUDO	25
	ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	36
	ANEXO III – PROTOCOLO PARA O DIA DE TESTE	40
	ANEXO IV – CHECKLIST PARA A COLETA.....	41

1 INTRODUÇÃO

A manutenção do equilíbrio ácido-base no interior do músculo desempenha um papel crucial no funcionamento apropriado do tecido e no desempenho físico otimizado. O organismo possui diversos processos biológicos para manter a homeostase do pH, que é determinado pelo balanço do número de íons de hidrogênio (H^+) livres. Basicamente, o processo envolve a captação ou liberação desses íons para prevenir mudanças bruscas, através de mecanismos tamponantes, intracelulares e extracelulares [1]. Os tampões intracelulares constituem moléculas presentes dentro da célula, a exemplo da carnosina, que se ligam aos íons H^+ excedentes, reduzindo a quantidade disponível dos mesmos. Além disso, há transportes ativos e passivos de íons H^+ , mediado por transportadores como os MCT 1 e 4, que realizam a retirada desses íons da célula muscular [1]. Já como tamponante extracelular, o principal é o bicarbonato circulante (HCO_3^-), assim, se o sangue estiver muito alcalino, um próton (H^+) dissolve do ácido carbônico (H_2CO_3) formando o HCO_3^- e, se o sangue estiver muito ácido o HCO_3^- se liga em um próton e forma o ácido carbônico que, posteriormente, forma o gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), liberados no ambiente pela respiração [1,2].

O exercício físico de alta intensidade requer maior uso de metabolismo anaeróbico, e promove um aumento na produção desses íons de hidrogênio (H^+). Esse desfecho acarreta uma acidose metabólica, que pode levar a uma redução do pH intramuscular de aproximadamente 7,1 até 6,1 [3]. O acúmulo de íons de hidrogênio prejudica a contração muscular, diminui o tempo até a fadiga, a força e a potência, bem como tem o potencial de reduzir a produção de substratos energéticos através da via glicolítica, o que, por sua vez, afeta a atividade de enzimas importantes. Portanto, indivíduos com uma maior capacidade de tamponamento, e, por consequência, uma melhor capacidade de manutenção do pH do músculo, têm vantagens nas atividades de alta intensidade [4].

Uma das maneiras de aumentar a capacidade de tamponamento de um indivíduo é oferecer a suplementação de bicarbonato de sódio. O bicarbonato de sódio é um sal formado por um cátion de sódio e um ânion de bicarbonato ($NaHCO_3$), sendo o último considerado um tamponante extracelular [5,6]. Esse composto é considerado como um suplemento ergogênico de uso agudo, que resulta em um aumento no pH sanguíneo e nos níveis de bicarbonato em aproximadamente 60 minutos e perdura com níveis eleva-

dos por pelo menos quatro horas, auxiliando o equilíbrio do pH intramuscular durante o exercício [5,7]. Os seus efeitos estão relacionados ao nível de acidose metabólica alcançado durante o exercício desempenhado, o que demonstra a importância de atingir um determinado gradiente de pH [8]. A partir do momento em que a sua concentração extracelular é aumentada, ou seja, quando há o aumento do gradiente de pH sanguíneo, há um efluxo de íons de hidrogênio do músculo em direção ao sangue. Com a redução do pH intramuscular, consequentemente, os efeitos da acidose são mitigados [1], proporcionando uma melhora no desempenho, além de maiores potência e força durante uma sessão de treinamento ou prova.

Estudos analisaram a amplitude do efeito ergogênico deste suplemento, a dose ideal, a modalidade esportiva em que possui maior aplicabilidade, e o tempo de ingestão necessário. Considera-se que a dose mais recomendada para se obter um benefício do bicarbonato de sódio é de 0,2-0,3 gramas por kg de peso corporal [9]. Doses inferiores a 0,2g/kg não promoveram uma melhora significativa no efluxo de íons H^+ , nem uma elevação na concentração plasmática de bicarbonato ideal, bem como doses superiores a 0,3g/kg não aumentam o efeito ergogênico do suplemento [9,10] e podem aumentar os efeitos gastrintestinais, um de seus efeitos colaterais [1]. Para se obter o efeito ergogênico, uma concentração no plasma de 4-6 mmol.L⁻¹ dessa molécula já é o suficiente para aumentar ou melhorar a capacidade de realização de um exercício e a sua performance [1,4,6].

A suplementação de bicarbonato de sódio pode sofrer influência da variabilidade entre os indivíduos, incluindo variação na resposta sanguínea à ingestão do suplemento. Há algumas controvérsias na literatura referente ao tempo de ingestão e início do exercício para se obter melhor benefício do suplemento, com alguns estudos indicando esse benefício no pico de concentração do bicarbonato no plasma sanguíneo [9]. Contudo, estudos recentes demonstraram que a ingestão do suplemento em diferentes tempos, como 60 minutos, 90 minutos e 120 minutos, apresentaram concentrações plasmáticas semelhantes [7]. A ingestão entre 60 a 180 minutos antes do exercício é o tempo necessário e suficiente para que se observe o pico de concentração do bicarbonato na corrente sanguínea, de forma semelhante entre os indivíduos, sem a necessidade de individualidade [7,11]. No tocante à modalidade e duração do exercício, a probabilidade de ganhar uma vantagem competitiva com aumento do bicarbonato extracelular pode ser, em parte, dependente do tipo de exercício realizado, da sua duração e intensidade.

Sessões de treino com uma duração menor do que trinta segundos não se beneficiam dessa suplementação, uma vez que esse tempo é insuficiente para gerar um acúmulo significativo de íons H^+ , logo, a performance não é afetada pela acidose muscular [6]. Exercícios de alta intensidade, com duração entre 0,5 e 10 minutos, e os exercícios intermitentes de alta intensidade [12], possuem um resultado positivo com o aumento da capacidade de tamponamento [6], já que são modalidades em que se predominam o uso do metabolismo anaeróbico.

Existem evidências que mostram também a aplicabilidade desta suplementação em exercícios prolongados, como esportes coletivos, como o futebol [8,12] ou individuais, como judô [13], natação [14], tênis e esportes de combate (boxe) [8,15]. Em modalidades de longa duração há uma predominância do metabolismo aeróbico e são classificados quanto a sua intensidade como moderados, logo, não provocam um acúmulo de íons H^+ que limitaria de fato o desempenho. Contudo, durante esses exercícios há um aumento na intensidade em certos momentos oportunos, como arrancadas e sprints típicos das modalidades [8], que podem se beneficiar da suplementação deste tampão extracelular ao longo do tempo [6].

No tocante a modalidade de ciclismo de longa distância, no qual há momentos de alta intensidade ao longo do tempo, a literatura ainda é inconsistente sobre o benefício da suplementação de bicabornato de sódio [6]. Até o momento, somente um estudo de 2021 demonstrou que o consumo desse suplemento, antes e durante um teste de ciclismo de 3 horas com um sprint final de 90 segundos, aumentou a capacidade de tamponamento e melhorou o desempenho em 3% na potência média no momento de alta intensidade, o *sprint* final [16].

Diante disso, o presente estudo busca investigar se a suplementação de bicarbonato de sódio anterior a um teste de ciclismo prolongado com sprints intermitentes pode ter um efeito positivo nos períodos de alta intensidade. O protocolo de exercício a ser utilizado no presente trabalho, simula uma situação real de competição, o qual é predominantemente caracterizado por uma atividade aeróbica de intensidade de baixa à moderada, com etapas transitórias de alta intensidade [17] (por exemplo, subir uma colina, ultrapassar um competidor ou no *sprint* final). A performance durante os momentos de alta intensidade são cruciais para a vitória na competição e requerem uma boa habilidade de resistir a fadiga.

1.1 ATUAÇÃO DO NUTRICIONISTA NESSE CONTEXTO

O nutricionista desempenha um papel crucial em diversas áreas do conhecimento envolvidas com a alimentação e nutrição, especialmente na assistência nutricional e dietoterápica de atletas e desportistas [18]. O nutricionista, como profissional capacitado, assume a responsabilidade de orientar estes indivíduos na busca por um desempenho aprimorado, sem deixar de lado a saúde e qualidade de vida. A alimentação para desportistas e atletas deve ser cuidadosamente ajustada, levando em consideração a modalidade esportiva, frequência e intensidade dos treinos, além de fatores como idade, sexo, metas individuais e necessidades específicas. Essa adaptação é crucial não apenas antes, mas também durante e após o exercício físico.

É consenso que diante de treinamentos intensivos, estratégias nutricionais individualizadas são essenciais para um bom desempenho esportivo e uma recuperação eficaz [19]. Além do suporte durante o treinamento e competição, o nutricionista da área esportiva desempenha um importante papel na gestão do peso corporal e na promoção de hábitos alimentares saudáveis ao longo de toda a carreira do atleta, impactando não apenas o desempenho esportivo, mas também sua qualidade de vida e seu bem-estar geral.

O nutricionista esportivo ainda é responsável por adequar a suplementação de um atleta ou desportista, a fim de complementar sua dieta de acordo com suas necessidades específicas. Porém, é importante destacar que nem todos os suplementos apresentam evidências sólidas de benefícios. Entre os suplementos disponíveis, apenas alguns têm evidências substanciais de benefícios para a saúde ou o desempenho, como cafeína [20], creatina [21], agentes tamponantes específicos, como o bicarbonato de sódio [22] e a beta-alanina [23], e nitrato [24] [5]. Portanto, a escolha e o uso de suplementos devem ser cuidadosamente avaliados e personalizados para atender às necessidades específicas de cada atleta [5]. No contexto de esportes de alto rendimento, a suplementação, alinhada com uma alimentação adequada e ajustada, possui aplicabilidade e, mesmo que o benefício seja pequeno, faz diferença para a vitória em uma prova. Diante disso, compreender as necessidades específicas de cada modalidade, as estratégias nutricionais recomendadas para cada uma e, principalmente, a necessidade e a importância do uso de algum suplemento ergogênico que possa auxiliar na performance e desempenho de atletas, é de suma relevância para essa área.

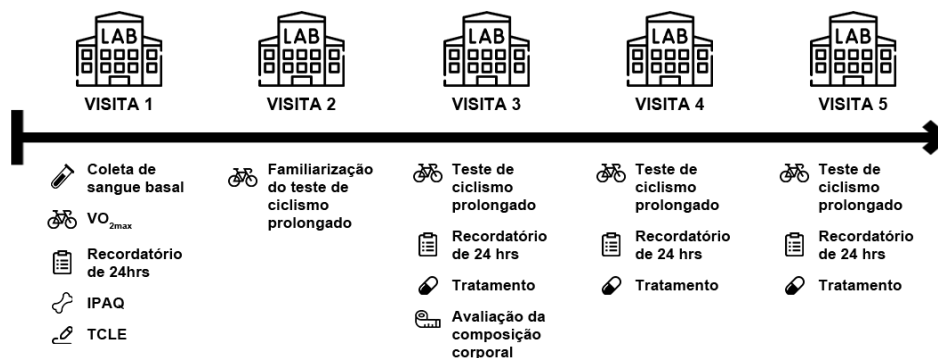
2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é avaliar a influência da suplementação de bicarbonato de sódio no desempenho durante um teste de ciclismo prolongado, intercalado com sprints de alta intensidade e finalizado com um teste de Wingate de 30 segundos. Além disso, o estudo também visa avaliar a influência da suplementação de cloreto de amônio, um agente capaz de induzir acidose, utilizado como um controle negativo.

3 METODOLOGIA

O presente estudo apresenta um desenho randomizado, controlado e cross-over de dupla ocultação. Neste, foram administrados três tratamentos diferentes, sendo estes: placebo (PLA), composto por amido de milho, o agente alcalino (ALC), composto por bicarbonato de sódio, e o agente acidificante (AC), composto por cloreto de amônio. Os participantes compareceram a cinco visitas no laboratório. A primeira visita é composta pela coleta de sangue basal e teste VO_{2max} , a segunda pelo teste de familiarização e as três visitas subsequentes são os testes experimentais, nos quais os participantes realizaram o teste de ciclismo prolongado junto com uma suplementação determinada de forma aleatória conforme o tratamento alocado para o dia (PLA, ALC ou AC). Os participantes foram solicitados a manter seus hábitos alimentares e de atividade física normais durante os dois dias anteriores a cada visita no laboratório, sem a realização de exercícios extenuantes ou outras atividades incomuns na véspera da visita. Além disso, também fo-

Figura 1 – Visão geral do projeto



ram solicitados a não ingerir álcool. Para acompanhamento e avaliação dos hábitos alimentares dos participantes, foram aplicados Recordatórios Alimentares de 24 horas em cada visita ao laboratório, com exceção da familiarização. Por fim, um questionário internacional de atividade física (IPAQ, do inglês *The International Physical Activity Question-*

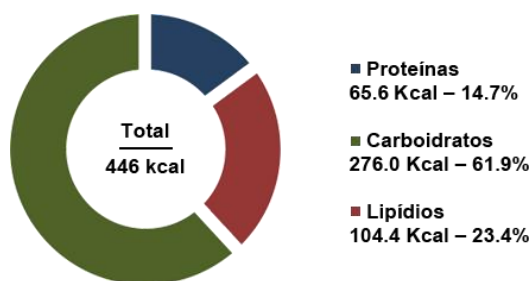
naire) foi aplicado na primeira visita e a avaliação da composição corporal foi realizada no primeiro dia de intervenção. Uma visão geral do estudo pode ser observada na figura abaixo.

Com exceção da familiarização, todas as visitas ao laboratório tiveram o seu início entre 6:00 e 7:00 da manhã e finalização entre 10:00 e 11:00 (primeira visita) e 12:00 e 13:00 (visitas com testes experimentais). As visitas experimentais apresentaram o requisito de ao menos 7 dias de intervalo para recuperação do voluntário.

3.1 BASELINE E TESTE INCREMENTAL (VO_{2MAX})

Na primeira visita ao laboratório, os participantes realizaram uma coleta de sangue para estabelecer a variação basal dos parâmetros a serem analisados futuramente nas visitas de intervenção, por isso, as coletas foram determinadas conforme os mesmos tempos das demais visitas. Junto a coleta, os participantes realizaram o teste incremental para avaliação da capacidade aeróbica e determinação das cargas a serem utilizadas durante o teste de ciclismo prolongado, descrito no tópico 3.2 (figura 3). As amostras de sangue desta visita foram realizadas nos seguintes momentos: jejum, após 30 minutos do café da manhã, após +1 e +2 horas da segunda coleta. A composição do café da manhã oferecido aos voluntários em todos os dias de teste foi cerca de 440 kcal, distribuídas em cerca de 62% de carboidratos, 23% de gordura e 15% de proteína (gráfico 1).

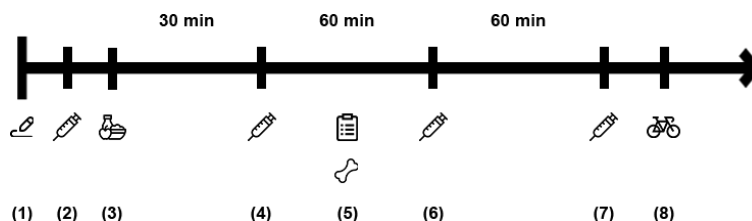
Gráfico 1 - Composição calórica e distribuição de macronutrientes do café da manhã oferecido aos participantes



Finalizada a coleta de sangue, os participantes se prepararam para iniciar o teste de VO_{2max} (figura 2), que é realizado em um ciclo ergômetro (Lode Excalibur®, Lode®, Holanda). O teste incremental teve início com uma potência de 100W e aumentou 25W a cada 3 minutos até que a fadiga evitasse que os participantes continuassem o teste ou

até que os mesmos deixassem de manter a potência necessária. Para isso, foi solicitado ao menos 60 rpm para manutenção do teste. Durante todo o período de teste as trocas gasosas foram registradas, usando o ergoespirômetro portátil K5®, assim como a fre-

Figura 2 – Visão geral da primeira visita



(1) Explicação do estudo e entrega do TCLE; (2) coleta de sangue em jejum; (3) café da manhã padronizado; (4) coleta de sangue pós 30 min do café da manhã; (5) aplicação do recordatório alimentar de 24 horas e questionário de atividade física; (6) coleta de sangue pós 1 hora da segunda coleta; (7) coleta de sangue pós 2 horas da segunda coleta; (8) teste incremental.

quência cardíaca, usando um monitor cardíaco peitoral Garmin®. A percepção subjetiva do esforço foi avaliada durante os últimos 10 segundos de cada estágio, com o auxílio da escala de Percepção Subjetiva do Esforço de Borg (RPE). Após a finalização do teste, caso não seja possível observar o $\text{VO}_{2\text{max}}$ através do alcance de um platô no consumo de oxigênio (VO_2) e frequência cardíaca, o pico de VO_2 foi relatado como o maior resultado dentro do período de 15s durante as últimas fases do teste.

3.2 TESTE DE CICLISMO PROLONGADO

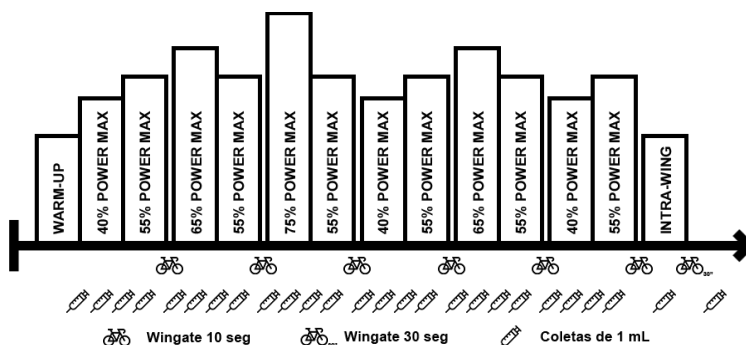
O teste de ciclismo prolongado é semelhante a um protocolo de competição de ciclismo e foi simulado em um ciclo ergômetro (Lode Excalibur®, Lode®, Holanda). O desenho do teste foi baseado no estudo de Perim et al. [25], com algumas adaptações. A principal delas é a mudança da carga relativa ao peso ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$) para uma carga baseada na potência máxima do teste de $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\%W_{\text{max}}$) ao longo do teste, para que o peso corporal dos participantes não influencie na intensidade dos testes a serem realizados, uma vez que um maior peso pode indicar uma pior composição corporal e desempenho, influenciando a capacidade dos participantes de completarem o teste. Segundo os autores [25], um protocolo baseado nas potências do teste incremental também podem ser capaz de simular um ciclismo de estrada com uma padronização individual de cada voluntário.

Desta forma, o teste de ciclismo prolongado deste estudo substituiu as fases de 1,5, 2, 2,5 e 3 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1} \text{BM}$ do estudo de Perim et al.[25] por 40, 55, 65 e 75% da potência

máxima, respectivamente. Ou seja, as potências variaram de 40 a 75% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ durante 125 minutos, dentre os quais foram realizados sprints de 10s a cada 19min 50s. Vinte segundos antes de cada sprint a carga foi reduzida para 75W e os participantes mantiveram uma cadência de $60 \text{ rev}\cdot\text{min}^{-1}$ para padronização. A potência média e máxima durante os cinco sprints de 10s foi gravada. No final, os participantes realizaram um teste de Wingate de 30s para simular o sprint final que ocorre comumente no final de uma competição de rua. A potência média, máxima e o tempo para atingir o pico de potência foram gravados nos 30s finais. Uma carga de 100W foi estabelecida por dois minutos entre o último sprint de 10s e o Wingate final de 30s, assim como nos 5 minutos de aquecimento do teste, como pode ser observado na figura 3.

A natureza prolongada e intermitente de alta intensidade deste teste constitui uma oportunidade ideal para investigar as mudanças de pH que podem ocorrer em resposta ao exercício. Por um lado, a característica intermitente permite flutuações substanciais de pH durante todo o teste e, por outro lado, a característica prolongada permite que respostas atrasadas, caso existam, sejam detectadas.

Figura 3 – Visão geral do teste de ciclismo prolongado



3.3 COLETAS DE SANGUE

Amostras de sangue de 1mL utilizando uma seringa de lítio-heparina (1mL) foram realizadas para gasometria venosa e determinação imediata do pH sanguíneo, bicarbonato, excesso de base e cálcio ionizado utilizando um analisador automatizado de gases sanguíneos (PrimePlus, Nova Biomedical, EUA). As coletas foram efetuadas nos momentos de jejum, pré-teste de ciclismo prolongado, a cada 5 minutos durante o teste e imediatamente após a finalização do teste e após +1 e +2 horas da finalização, sendo

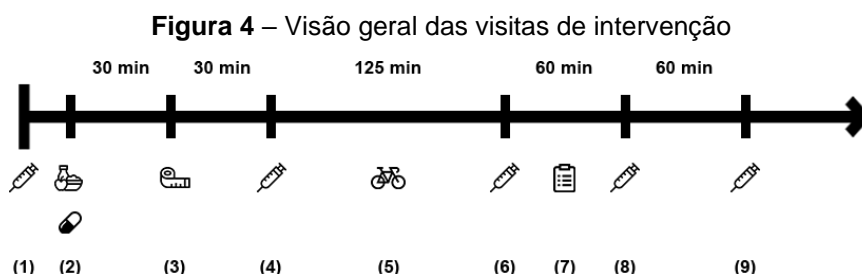
as últimas duas coletas utilizadas para avaliação de possíveis respostas metabólicas atrasadas.

3.4 SUPLEMENTAÇÃO

As dosagens determinadas neste estudo são comumente utilizadas em estudos que investigam a influência das alterações induzidas de pH (acidose ou alcalose) no desempenho e nos parâmetros bioquímicos, além de se mostrarem eficazes e com menor desconforto gastrointestinal [26]. Para o bicarbonato de sódio, foi determinado $0,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, e para o cloreto de amônio, $0,15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. A natureza de dupla ocultação significa que nem os participantes do estudo ou investigadores em contato com os participantes possuem conhecimento sobre a ordem de administração dos suplementos utilizados, que foram designadas de forma aleatória. Para isso, a equipe de investigadores foi dividida em dois grupos: (1) investigadores cegos e (2) investigadores não-cegos. O primeiro grupo ficou responsável pelo contato direto com os participantes, como citado anteriormente, desde o recrutamento até a realização dos testes de exercício. Já o segundo grupo ficou responsável por randomizar os tratamentos e analisar o sangue coletado na gasometria durante toda a realização dos testes.

Para manter o número total de cápsulas idêntico entre as intervenções, foram usadas cápsulas de farinha refinada para completar o tratamento com cloreto de amônio. Além disso, todos os tratamentos foram fornecidos em cápsulas opacas indistinguíveis umas das outras, garantindo o cegamento do participante e do grupo 1 de investigadores. A ingestão de todos os tratamentos foi realizada em quatro porções divididas em intervalos de 10 minutos para minimizar os desconfortos gastrointestinais. Não há indicação menor efeito na diminuição do pH com tal espaçamento da dose [27][28]. A necessidade dessa divisão foi observada pelo nosso grupo de pesquisa no período de teste das dosagens, em razão do desconforto gastrointestinal do cloreto de amônio. Com a dose dividida, houve maior tolerância à suplementação, com diminuição de pH semelhante na suplementação de cloreto de amônio, assim como aumento de bicarbonato com a suplementação de bicarbonato de sódio, em comparação à dosagem única.

Por fim, os voluntários iniciavam o teste de exercício prolongado 30 minutos após a última dosagem, para considerar o tempo necessário para os suplementos atingirem seu pico na corrente sanguínea durante a realização do teste, uma vez que a recomendação é ingerir o suplemento cerca de 60 a 90 minutos antes [29]. Uma visão geral das visitas com o teste de ciclismo prolongado pode ser observada na figura a seguir (figura 4).



(1) Coleta de sangue em jejum; (2) café da manhã padronizado e início da suplementação; (3) avaliação da composição corporal pós suplementação; (4) coleta de sangue pré-teste; (5) teste de ciclismo prolongado com coletas a cada 5 minutos; (6) coleta de sangue pós-teste; (7) aplicação do recordatório alimentar de 24 horas; (8) coleta de sangue pós 1 hora do teste; (9) coleta de sangue pós 2 horas do teste.

3.5 PARTICIPANTES

Foram recrutados para participar deste estudo de 10 a 12 homens ativos e saudáveis, com idade entre 18 e 45 anos. O tamanho da amostra foi calculado usando o software G*Power 3.1.9.4, no qual nove participantes foram considerados necessários para atingir 80% do poder para um α de 0.05. Essa estimativa foi realizada baseada no projeto principal em que esse Trabalho de Conclusão de Curso está inserido, em que se avalia biomarcadores do metabolismo ósseo como desfecho principal e, para tal, assumiu-se um aumento moderado de CTX-1, biomarcador de remodelação óssea, em resposta ao teste prolongado ($f = 0.3$) [30], e com uma correlação entre medidas de 0.85 (dados de nosso laboratório, ainda não publicado). O objetivo de recrutar o número de participantes citado considera os atletas que possam desistir e dados ausentes.

O sexo masculino foi escolhido para o estudo pois os biomarcadores de remodelação óssea podem variar ao longo do ciclo menstrual [31]. Dessa forma, um tempo de teste padronizado seria fundamental para o sexo feminino, o que aumentaria o período necessário para completar todas as fases de teste e, conseqüentemente, a possibilidade de que uma variação biológica causada, p.e., pelas mudanças no nível de treinamento, pudessem afetar os resultados do estudo.

3.5.1 Recrutamento e seleção

O recrutamento dos participantes foi realizado por meio de um formulário no Google Forms®, em que os interessados em participar do estudo precisaram responder sobre: dados básicos e de contato; suplementação atual; histórico de suplementação em relação aos últimos três meses; alergias e intolerâncias alimentares; modalidades esportivas que praticam; volume de treino por semana; hábitos de saúde; histórico de saúde; e disponibilidade para participar do estudo (anexo I).

O histórico de suplementação e de saúde, bem como os hábitos de saúde, eram analisados conforme os critérios de elegibilidade. Os voluntários precisavam ser homens saudáveis, não fumantes e sem doença crônica pré-existente. Além disso, não poderiam estar suplementando beta-alanina no momento do estudo ou ter suplementado por ao menos 3 meses antes. A suplementação de beta-alanina entrou como critério de exclusão no estudo, pois consiste em um suplemento tamponante que apresenta um período de carregamento e washout prolongados, com evidências científicas indicando de 4 a 12 semanas para carregamento e washout em até 16 semanas [32]. Dessa forma, a sua suplementação próxima ou nos três meses que antecedem o estudo pode influenciar o desempenho do participante nos testes de exercício de maneira inconsistente. Para outros suplementos ergogênicos, como a creatina, está sendo solicitada a manutenção da suplementação e dosagens no decorrer de todo o estudo.

Em relação à alimentação, alergias e intolerâncias alimentares foram questionadas para adaptação do café da manhã padronizado oferecido, caso necessário. E, para garantir que os interessados fossem capazes de completar o teste de ciclismo prolongado, um pré-requisito de pedalar ao menos 60 km por semana foi determinado, o que classifica os participantes como ciclistas treinados de acordo com os critérios propostos por DePauw et al. [33]. Além disso, o teste de familiarização foi fundamental para avaliar a capacidade dos interessados de completar ou não o teste. Todos os requisitos do estudo foram explicados com clareza para cada participante, tanto no primeiro momento de contato dos mesmos, quando demonstravam o interesse, quanto no primeiro dia de visita ao laboratório, de forma que os mesmos puderam esclarecer quaisquer dúvidas antes de dar o consentimento por escrito (anexo II).

3.6 PADRONIZAÇÃO E CONTROLE

Como observado, muitas tarefas se fazem presentes durante os dias de visita ao laboratório. Desta forma, foram desenvolvidos protocolos específicos para treinamento e padronização da equipe, bem como checklists para que nenhum formulário ou coleta fosse esquecida no decorrer dos mesmos. Um exemplo de protocolo de padronização e checklist pode ser encontrado nos anexos III e IV, respectivamente. Além disso, outros cuidados foram tomados ao longo do projeto. Em relação à padronização, a avaliação da composição corporal dos participantes foi realizada pela doutoranda responsável pelo projeto, certificada pela ISAK (do inglês *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry*) e, além disso, o peso do voluntário é cadastrado no software do teste de ciclismo prolongado e se mantém igual no decorrer das três visitas, para isolar a influência do teste e equiparar as variações para análises futuras. Ainda, o mesmo peso estabelecido no software foi usado para determinação das doses de cada suplemento, sem alteração conforme o dia de visita, com a mesma finalidade.

Como forma de controle, os recordatórios alimentares de 24 horas foram aplicados a cada visita, com exceção da familiarização, e tabulados para análise do valor energético total ($\text{kcal}\cdot\text{dia}^{-1}$), proteína ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$), carboidrato ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$), gordura ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$), fibras ($\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$) e cálcio ($\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$) utilizando o software Webdiet. O nível de detalhamento necessário foi explicado para todos os voluntários e todos os inquéritos são realizados por investigadores da equipe previamente treinados, que seguem um Procedimento Operacional Padrão desenvolvido pelo próprio grupo de pesquisa, mantendo a homogeneidade dos resultados. Além disso, também foram enviadas mensagens padronizadas de orientação para os voluntários 48hrs e 24hrs antes dos testes para lembrá-los sobre as recomendações de hábitos alimentares, ingestão de álcool e prática de atividade física.

3.7 COMITÊ DE ÉTICA

O presente projeto possui aprovação do Comitê de Ética, que pode ser confirmado através do CAAE 17970619.7.0000.0065. Todos os voluntários do estudo podem esclarecer eventuais dúvidas durante todo o período do estudo e, principalmente, antes de assinar o TCLE que é entregue na primeira visita no laboratório.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Antes da análise inferencial, será verificada a presença de outliers e serão testadas a esfericidade, homocedasticidade e normalidade dos dados. Tendo garantido os pressupostos fundamentais para a análise da variância, será empregada a análise de Modelo Misto para medidas repetidas e, quando um valor significativo de F for observado, será realizado o post hoc de Turkey para comparações múltiplas. Para as variáveis dependentes (p.e., pH), a condição (p.e., PLA, AC, ALC) e o tempo (p.e., pré, durante e pós) serão considerados fatores fixos, e os sujeitos serão definidos como fatores aleatórios. Todos os dados serão expressos em média \pm desvio padrão, intervalos de confiança de 95% e *effect size*. O nível de significância adotado para rejeitar a hipótese nula será de $p \leq 0,05$.

IMPLICAÇÕES PARA O CAMPO DE ATUAÇÃO

O nutricionista é um profissional da saúde que apresenta uma formação generalista, humanista e crítica, e que é capacitado para atuar objetivando a segurança alimentar de indivíduos e cuidado nutricional em todas as áreas do conhecimento em que a alimentação e nutrição se apresentem fundamentais para a promoção, manutenção e recuperação da saúde [18]. Dentre as diversas áreas de atuação do nutricionista determinadas pela resolução do Conselho Federal dos Nutricionistas de número 600, de 25 de fevereiro de 2018, encontra-se a Nutrição em Esportes e Exercício Físico [35]. Nesse contexto, o papel do nutricionista abrange a avaliação e acompanhamento minuciosos do perfil antropométrico, bioquímico e a composição corporal do atleta ou desportista, alinhados às diferentes fases do treinamento. Além disso, as suas responsabilidades incluem a elaboração de um plano alimentar adequado à modalidade esportiva, a manutenção dos registros individualizado e evolutivos das avaliações nutricionais, assim como das prescrições dietéticas. O nutricionista da área de esportes também desempenha o papel crucial ao estabelecer estratégias específicas, como aquelas relacionadas à reposição hídrica e energética. Destaca-se ainda que é parte integrante de suas contribuições a prescrição, quando necessário, de suplementos nutricionais, contribuindo para a otimização do desempenho e bem-estar do atleta.

É essencial uma base consolidada acerca das estratégias nutricionais voltada para as modalidades esportivas. A prescrição dietética do atleta deve ser sustentada pela compreensão clara de como as interações entre o treinamento e nutrientes afetam o desempenho, sobre os sistemas energéticos predominantes do exercício praticado, sobre a disponibilidade de substrato e as adaptações ao treinamento [19]. Assim, o domínio sobre a manipulação de carboidrato, de proteína e lipídeos na dieta de um atleta ou desportista, de acordo com as necessidades individuais, é imprescindível.

Somada as estratégias nutricionais, é fundamental também o domínio do conhecimento sobre os suplementos, que possuem um benefício comprovado baseado na literatura disponível atualmente, os quais podem auxiliar no tanto na manutenção de uma boa saúde, na contribuição da ingestão necessária de nutrientes específicos e no manejo de deficiência de micronutrientes. Ainda assim, os suplementos podem auxiliar na melhora de forma direta no desempenho e na performance ou, indiretamente, ao auxiliar nos treinos mais pesados e desafiadores, através da manipulação do peso corporal e recuperação de dores musculares e lesões [5].

Dessa maneira, a área de nutrição esportiva e exercício físico requer uma constante atualização e acompanhamento da literatura científica sobre os *guidelines*, periodização nutricional, suplementação e o impacto destes fatores no esporte. Uma visão ampla do manejo das estratégias nutricionais específicas para cada modalidade esportiva e senso crítico contribui com o desenvolvimento de um profissional bem-capacitado na área.

REFERÊNCIAS

- [1] Heibel AB, Perim PHL, Oliveira LF, McNaughton LR, Saunders B. Time to Optimize Supplementation: Modifying Factors Influencing the Individual Responses to Extracellular Buffering Agents. *Front Nutr* 2018;5:1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00035>.
- [2] Hadzic M, Eckstein ML, Schugardt M. The impact of sodium bicarbonate on performance in response to exercise duration in athletes: A systematic review. *J Sport Sci Med* 2019;18:271–81.
- [3] Pan JW, Hamm JR, Hetherington HP, Rothman DL, Shulman RG. Correlation of Lactate and pH. *Magn Reson Med* 1991;20:57–65.
- [4] Jones RL, Stellingwerff T, Artioli GG, Saunders B, Cooper S, Sale C. Dose-response of sodium bicarbonate ingestion highlights individuality in time course of blood analyte responses. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2016;26:445–53. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0286>.
- [5] Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med* 2018;52:439–55. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>.
- [6] de Oliveira LF, Dolan E, Swinton PA, Durkalec-Michalski K, Artioli GG, McNaughton LR, et al. Extracellular Buffering Supplements to Improve Exercise Capacity and Performance: A Comprehensive Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med* 2021;52:505–26. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01575-x>.
- [7] De Oliveira LF, Saunders B, Yamaguchi G, Swinton P, Artioli GG. Is Individualization of Sodium Bicarbonate Ingestion Based on Time to Peak Necessary? *Med Sci Sports Exerc* 2020;52:1801–8. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002313>.
- [8] Burke LM. Practical considerations for bicarbonate loading and sports performance. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser* 2013;75:15–26. <https://doi.org/10.1159/000345814>.
- [9] Gough LA, Deb SK, Sparks SA, McNaughton LR. Sodium bicarbonate improves 4 km time trial cycling performance when individualised to time to peak blood bicarbonate in trained male cyclists. *J Sports Sci* 2018;36:1705–12. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1410875>.
- [10] McNaughton LR. Bicarbonate ingestion: Effects of dosage on 60 s cycle ergometry. *J Sports Sci* 1992;10:415–23. <https://doi.org/10.1080/02640419208729940>.
- [11] Owlson CHT. S b s i t d i m ? *Jounal Strength Coditioning Res* 2012;26:1953–8.
- [12] McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA. Recent Developments in the Use of Sodium Bicarbonate as an Ergogenic Aid. *Curr Sports Med Rep* 2016;15:233–44. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000283>.
- [13] Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha AH. Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007;17:206–17. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.2.206>.
- [14] Lindh AM, Peyrebrune MC, Ingham SA, Bailey DM, Folland JP. Sodium bicarbonate improves swimming performance. *Int J Sports Med* 2008;29:519–23.

<https://doi.org/10.1055/s-2007-989228>.

- [15] Siegler JC, Hirscher K. Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. *J Strength Cond Res* 2010;24:103–8. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a392b2>.
- [16] Dalle S, Koppo K, Hespel P. Sodium bicarbonate improves sprint performance in endurance cycling. *J Sci Med Sport* 2021;24:301–6. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.09.011>.
- [17] Sanders D, Heijboer M. Physical demands and power profile of different stage types within a cycling grand tour. *Eur J Sport Sci* 2019;19:736–44. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1554706>.
- [18] Conselho Regional de Nutricionistas da 2ª região. CRN-2: Definição Nutricionista n.d.
- [19] Communications S. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48:543–68. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>.
- [20] Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins NDM, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr* 2021;18:1–37.
- [21] Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr* 2017;14:1–18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>.
- [22] McNaughton LR, Siegler J, Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep* 2008;7:230–6. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31817ef530>.
- [23] Saunders B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, et al. β -Alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: A systematic review and meta-Analysis. *Br J Sports Med* 2017;51:658–69. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096396>.
- [24] Jones AM. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sport Med* 2014;44. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0149-y>.
- [25] Perim P, Gobbi N, Duarte B, Oliveira LF de, Costa LAR, Sale C, et al. Beta-alanine did not improve high-intensity performance throughout simulated road cycling. *Eur J Sport Sci* 2022;22:1240–9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1940304>.
- [26] Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: A meta-analysis. *Sport Med* 2011;41:801–14. <https://doi.org/10.2165/11591440-000000000-00000>.
- [27] Grgic J, Rodriguez RF, Garofolini A, Saunders B, Bishop DJ, Schoenfeld BJ, et al. Effects of Sodium Bicarbonate Supplementation on Muscular Strength and Endurance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med* 2020;50:1361–75. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01275-y>.
- [28] Reaich D, Channon SM, Scrimgeour CM, Goodship THJ. Ammonium chloride-induced acidosis increases protein breakdown and amino acid oxidation in humans. *Am J Physiol - Endocrinol Metab* 1992;263. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1992.263.4.e735>.
- [29] Hilton NP, Leach NK, Sparks SA, Gough LA, Craig MM, Deb SK, et al. A Novel

Ingestion Strategy for Sodium Bicarbonate Supplementation in a Delayed-Release Form: a Randomised Crossover Study in Trained Males. *Sport Med - Open* 2019;5. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0177-0>.

- [30] Dolan E, Dumas A, Keane KM, Bestetti G, Freitas LHM, Gualano B, et al. The influence of acute exercise on bone biomarkers: protocol for a systematic review with meta-analysis. *Syst Rev* 2020;9:1–9. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01551-y>.
- [31] Guzman A, Kurgan N, Moniz SC, McCarthy SF, Sale C, Logan-Sprenger H, et al. Menstrual Cycle Related Fluctuations in Circulating Markers of Bone Metabolism at Rest and in Response to Running in Eumenorrheic Females. *Calcif Tissue Int* 2022;111:124–36. <https://doi.org/10.1007/s00223-022-00970-4>.
- [32] Stellingwerff T, Anwender H, Egger A, Buehler T, Kreis R, Decombaz J, et al. Effect of two β -alanine dosing protocols on muscle carnosine synthesis and washout. *Amino Acids* 2012;42:2461–72. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1054-4>.
- [33] Decroix L, De Pauw K, Foster C, Meeusen R. Guidelines to classify female subject groups in sport-science research. *Int J Sports Physiol Perform* 2016;11:204–13. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0153>.
- [34] Oliveira LF, Saunders B AG. Is Bypassing the Stomach a Means to Optimize Sodium Bicarbonate Supplementation? A Case Study With a Postbariatric Surgery Individual. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018;25:660–3. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0394>.
- [35] Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução CFN nº 600, de 25 de fevereiro de 2018 2018.

ANEXOS

ANEXO I – FORMULÁRIO DE INTERESSE NO ESTUDO

Seção 1 de 19

Formulário de interesse no estudo

×

⋮

Esse formulário é essencial para avaliarmos se você se enquadra no perfil dos voluntários do nosso estudo e se podemos seguir com o agendamento!

Preencha todas as informações com cuidado, o tempo estimado para preenchimento completo é de 5 minutos.

Desde já, gostaríamos de agradecer o seu interesse! ♥

Após a seção 1 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 2 de 19

Dados pessoais

×


⋮

Descrição (opcional)

Nome completo: *

Texto de resposta curta

Data de nascimento: *

Mês, dia, ano 

Sexo: *

☐ Feminino

☐ Masculino

☐ Outros...

Celular (WhatsApp): *

É através desse número que manteremos o contato ao longo dos testes.

Texto de resposta curta

E-mail principal: *

É nesse e-mail que receberá o seu documento de feedback com todos os seus dados de performance.

Texto de resposta curta

Após a seção 2 Continuar para a próxima seção

Seção 3 de 19

Suplementação e alimentação



Descrição (opcional)

No momento, você faz uso de algum suplemento alimentar? *

☐ Sim

☐ Não

Após a seção 3 Continuar para a próxima seção

Seção 4 de 19

Suplementação e alimentação



Descrição (opcional)

Confirme se não está tomando nenhuma das opções abaixo: *

- ☐ Creatina
- ☐ Beta-alanina
- ☐ Bicarbonato de sódio
- ☐ Cafeína
- ☐ Proteína (whey protein, caseína, albumina ou proteína vegetal)
- ☐ Vitaminas ou minerais (vitamina D, cálcio, zinco, entre outros)
- ☐ Não estou tomando nenhum suplemento
- ☐ Outros...

Após a seção 4 Ir para a seção 6 (Histórico de suplementação) ▼

Seção 5 de 19

Suplementos atuais



Descrição (opcional)

Quais suplementos você está tomando? *

- ☐ Creatina
- ☐ Beta-alanina
- ☐ Bicarbonato de sódio
- ☐ Cafeína

- ☐ Proteína (whey protein, caseína, albumina ou proteína vegetal)
- ☐ Vitaminas ou minerais (vitamina D, cálcio, zinco, entre outros)
- ☐ Outros...

Após a seção 5 Continuar para a próxima seção

Seção 6 de 19

Histórico de suplementação



Descrição (opcional)

Você suplementou beta-alanina nos últimos três meses? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Após a seção 6 Continuar para a próxima seção

Seção 7 de 19

Alimentação



Descrição (opcional)

Você possui alguma intolerância ou alergia alimentar? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Após a seção 7 Continuar para a próxima seção

Seção 8 de 19

Alergias e intolerâncias



Descrição (opcional)

Qual alergia ou intolerância você possui? *

- ☐ Alergia à proteína do ovo
- ☐ Intolerância à lactose
- ☐ Doença celíaca
- ☐ Outros...

Após a seção 8 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 9 de 19

Estrutura do café da manhã



Descrição (opcional)

O café da manhã do nosso estudo é composto por: pão, queijo mussarela, banana e suco de laranja pasteurizado. Você tem algum problema com algum desses alimentos? *

- ☐ Não, tudo ótimo!
- ☐ Eu tenho alergia ou intolerância a pelo menos um dos alimentos
- ☐ Outros...

Após a seção 9 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 10 de 19

Modalidade e treinamento



Descrição (opcional)

Qual é a sua principal modalidade esportiva? *

☐ Ciclismo

☐ Triatlo

☐ Corrida

☐ Crossfit

☐ Outros...

Após a seção 10 Continuar para a próxima seção



Seção 11 de 19

Modalidade e treinamento



Descrição (opcional)

Apesar de ciclismo não ser o seu esporte principal, você tem o hábito de pedalar? *

☐ Sim

☐ Não

Após a seção 11 Continuar para a próxima seção



Modalidade e treinamento



Descrição (opcional)

Qual o tipo de ciclismo você pratica? *

☐ Estrada

☐ MTB

☐ BMX

☐ Outros...

Há quanto tempo você treina ciclismo? *

☐ Menos de um ano

☐ 1 - 2 anos

☐ 3 - 4 anos

☐ 5 ou mais anos

Quantos quilômetros por semana você está pedalando? *

☐ Menos de 30 km/semana

☐ Entre 30 e 50 km/semana

☐ Entre 50 e 70 km/semana

☐ Mais de 70 km/semana

Quantas horas por semana você está pedalando? *

Texto de resposta curta

Após a seção 12 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 13 de 19

Modalidade e treinamento



Descrição (opcional)

Você acha que aguenta um teste de duas horas em uma bicicleta ergométrica, com sprints (tiros) de alta intensidade a cada 10 minutos, finalizando com um sprint de 30 segundos? *

☐ Sim

☐ Não

Após a seção 13 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 14 de 19

Hábitos e histórico de saúde



Descrição (opcional)

Você já recebeu o diagnóstico de alguma doença por um profissional? *

☐ Anemia

☐ Asma

☐ Colesterol alto

☐ Diabetes

☐ Doença do coração (cardiovascular)

- ☐ Pressão alta (hipertensão)
- ☐ Nunca recebi nenhum diagnóstico
- ☐ Outros...

Você fuma? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Às vezes

Após a seção 14 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 15 de 19

Hábitos e histórico de saúde



Descrição (opcional)

Você faz uso de anabolizantes? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Após a seção 15 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 16 de 19

Disponibilidade



Descrição (opcional)

Você possui disponibilidade para ir ao laboratório no período da manhã (07:00 às 12:00)? *

O laboratório é localizado na Escola de Educação Física e Esporte da USP, dentro da cidade universitária.

☐ Sim

☐ Não

Após a seção 16 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 17 de 19

Disponibilidade



Descrição (opcional)

Você tem interesse em começar mais cedo (às 6:00) para sair mais cedo (às 11:00)? *

☐ Sim

☐ Não

Após a seção 17 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 18 de 19

Disponibilidade



Descrição (opcional)

Selecione todos os dias da semana que você tem disponibilidade: *

☐ Segunda-feira

☐ Terça-feira

☐ Quarta-feira

- ☐ Quinta-feira
- ☐ Sexta-feira
- ☐ Sábado
- ☐ Meus horários são flexíveis

Coloque ao menos quatro datas que tem disponibilidade para visitar o laboratório no período da manhã: *

Essas datas não estão confirmadas ainda! Vamos entrar em contato para agendar.

Texto de resposta longa

Após a seção 18 Continuar para a próxima seção

Seção 19 de 19

Agradecemos o seu interesse!



Nós entraremos em contato para informar se você se enquadra nos nossos requisitos e, se sim, agendarmos a nossa primeira visita ao laboratório!

Caso tenha ficado alguma dúvida, pode nos escrever aqui:

Texto de resposta longa

ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

A influência do pH na resposta metabólica óssea ao exercício (TCLE versão 1/ 16.07.2019)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

Nome Completo: _____ Sexo: M ☐ F ☐
Documento de identidade Nº: _____ Data nascimento: ____/____/____
Endereço: _____ Nº: _____ Apto: _____
Bairro: _____ Cidade: _____ CEP: _____
Telefone: _____ Email: _____

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. Título de pesquisa: A influência do pH na resposta metabólica óssea ao exercício

Pesquisador: Eimear Dolan

Cargo/função: Pós-doutoranda

Unidade do HCFMUSP: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

2. Avaliação do risco da pesquisa:

☐ Risco mínimo ☒ Risco baixo ☐ Risco médio ☐ Risco alto

3. Duração da pesquisa: 2 meses

4. Apresentação:

Por meio desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, convidamos o(a) senhor(a) para fazer parte da nossa pesquisa científica. Uma pesquisa científica constitui, basicamente, em um estudo que, por meio de diversos processos, tem o objetivo de criar ou aumentar o conhecimento sobre um determinado assunto. As descobertas realizadas dentro de uma pesquisa, embora frequentemente não tragam benefícios diretos ao participante da mesma, podem ser úteis para muitos indivíduos no futuro.

E, para que o(a) senhor(a) decida se aceita ou não participar desta pesquisa, é necessário que entenda o suficiente sobre seus riscos e benefícios, para que, dessa forma, possa fazer um julgamento consciente e tomar sua decisão. A partir disto, inicialmente explicaremos as razões para realização da nossa pesquisa e, depois, forneceremos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em si, que é um documento que confirma todas as informações sobre a

Rubrica do participante
Da pesquisa

Rubrica do pesquisador

pesquisa e possibilita a sua realização, através da análise das informações obtidas de maneira confidencial.

É importante que leia atentamente o termo, discuta com pessoas de sua confiança ou familiares e, uma vez compreendido os objetivos da pesquisa e todos os seus procedimentos, caso tenha interesse em participar, será solicitada a sua rubrica (visto) em todas as páginas do TCLE e a sua assinatura na última página. Após assinar, uma via deste termo deverá ser guardada com o(a) senhor(a) ou com o seu representante legal e uma cópia será arquivada pelo(a) pesquisador(a) responsável.

5a) Justificativa, objetivos e procedimentos:

- I. O objetivo desse estudo é investigar como as alterações do pH influenciam a remodelação óssea. A remodelação óssea é, basicamente, um processo em que o tecido ósseo maduro é removido e um novo tecido é formado. Para isso, será realizado um teste de ciclismo prolongado, que será intercalado com *sprints* (tiros) de alta intensidade, em que haverá a indução de alcalose (aumento do pH) ou acidose (diminuição do pH) antes da realização do teste.
- II. Sua participação no estudo terá 4 visitas ao laboratório. Na primeira visita, você realizará um teste de potência máxima (que será usado para determinar a carga relativa na qual os testes de exercício subsequentes serão feitos). Após 20 a 30 minutos de recuperação, completará o teste de ciclismo prolongado para se familiarizar com o protocolo. Este teste é similar a uma competição de ciclismo, demora 2 horas no total e é intercalado com 6 *sprints* de alta intensidade. O teste terminará com a realização de um teste Wingate de 30 segundos, em que irá pedalar o mais rápido que puder durante 30 segundos. As próximas três sessões compreendem as sessões de teste experimentais, e serão realizadas em ordem aleatória, com pelo menos 1 semana de intervalo entre cada sessão. Quando chegar ao laboratório, irá ingerir um suplemento, que pode ser: 1 - placebo (farinha branca); 2 - substância indutora de alcalose (bicarbonato de sódio) e 3 - substância indutora de acidose (cloreto de amônio). 60 minutos após a ingestão das cápsulas, iniciará o teste do exercício. Um cateter será colocado na veia antecubital, localizada no antebraço, e amostras de sangue de 4 mL serão coletadas antes do teste, a cada 15 minutos durante o teste, e antes e depois do teste Wingate final. As amostras também serão coletadas às +1, 2, 3 e 4 horas após o exercício. Além disso, amostras muito pequenas (135 µL) serão coletadas a cada 5 minutos durante todo o teste e usadas imediatamente para medir o bicarbonato, pH e cálcio ionizado. Amostras de urina serão coletadas em todos esses momentos, exceto durante o exercício, e usadas para medir a excreção de bicarbonato.
- III. Todos os testes acontecerão entre 07h00 e 09h00. Antes das sessões de teste experimentais, você receberá um café da manhã padronizado e será obrigatório que você consuma o café ofertado (e somente isso) ao acordar. Precisar chegar ao laboratório dentro de 60 minutos após o café da manhã. Solicitaremos que mantenha seus hábitos alimentares e rotina de atividade física normais durante os 3 dias anteriores ao teste e para repetir essas práticas para cada um dos testes subsequentes. Além disso, será solicitado a evitar quaisquer atividades incomuns ou muito extenuantes, ou a ingestão de álcool durante dois dias anteriores ao teste.

Rubrica do participante
Da pesquisa

Rubrica do pesquisador

5b) Desconfortos, riscos e benefícios

- I. O teste físico é intenso e, por isso, é importante que você esteja fisicamente bem treinado, o que significa que precisa pedalar habitualmente pelo menos 60km/semana.
- II. O momento da punção da veia para inserir o cateter e coletarmos a amostra de sangue pode trazer desconforto no braço e, após o procedimento, você pode ter a região um pouco arroxeadas e um pouco de sensibilidade no local em que o cateter foi inserido.
- III. Ao ingerir o suplemento alcalino, algumas pessoas podem apresentar um pouco de desconforto gastrointestinal. Entretanto, a dosagem oferecida é uma dosagem comumente usada em estudos como este, escolhida para justamente minimizar o risco de desconforto gastrointestinal.
- IV. Ao participar como voluntário desta pesquisa, você terá acesso a avaliações padrão-ouro do seu condicionamento físico.
- V. Você, ainda, terá direito a consultas nutricionais, onde você receberá aconselhamento profissional sobre como pode melhorar seus hábitos alimentares. Além disso, você poderá tirar todas as dúvidas que tiver sobre seu desempenho nos testes e sobre sua alimentação.

5c) Forma de acompanhamento e assistência

Em qualquer etapa do estudo, o(a) senhor(a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa. A investigadora principal é Eimear Dolan, que pode ser encontrada na Av. Dr. Arnaldo, 455 - Cerqueira César, São Paulo - SP, 01246-903; telefone: 2648-1337; e-mail: eimeardolan@usp.br. Caso apresente qualquer evento adverso, entre em contato com os investigadores. Além disso, se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP): Av. Dr. Arnaldo, 251 - Cerqueira César - São Paulo - SP - 21º andar - sala 36 - CEP: 01246-000, horário de atendimento: 8:00-17:00h; Tel: (11)3893-4401/4407 - E-mail: cep.fm@usp.br.

5d) Liberdade de recusar-se e retirar-se do estudo

A escolha de entrar ou não nesse estudo é inteiramente sua. Caso o(a) senhor(a) se recuse a participar deste estudo, o(a) senhor(a) receberá o tratamento habitual, sem qualquer tipo de prejuízo ou represália. O(A) senhor(a) também tem o direito de retirar-se deste estudo a qualquer momento e, se isso acontecer, seu médico continuará a tratá-lo(a) sem qualquer prejuízo ao tratamento ou represália.

5e) Manutenção do sigilo e privacidade

Os seus dados serão analisados em conjunto com outros participantes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente sob qualquer circunstância. Solicitamos sua autorização para que os dados obtidos nesta pesquisa sejam utilizados em uma publicação científica, sendo este

Rubrica do participante
Da pesquisa

Rubrica do pesquisador

o meio pelo qual os resultados de uma pesquisa são divulgados e compartilhados com a comunidade científica.

5f) O (a) senhor(a) receberá uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido.

5g) Garantia de indenização

O(A) senhor(a) tem direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo *A influência do pH na resposta metabólica óssea ao exercício*. Ficou claro para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro, também, que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar, quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

Rubrica do participante
Da pesquisa

Rubrica do pesquisador

PROTOCOLO TESTES EXPERIMENTAIS

Nathália Saffioti Rezende e Eimear Bernadette Dolan

ETAPA 1 – PRÉ-TESTE

- Se o teste for marcado em um sábado, verifique a necessidade de solicitação de uma autorização com o prof. Hamilton e, caso necessário, realize-a conforme as orientações;
- Enviar mensagem padrão para o voluntário explicando as recomendações pré-teste **dois dias antes da data marcada** (editando as partes vermelhas):

Olá, **boa tarde!**

Nosso segundo dia teste está chegando e, por isso, estou novamente aqui para te dar algumas orientações!

- A primeira é para que amanhã, um dia antes do teste, você evite qualquer mudança brusca de treinamento ou alimentar. Ou seja, não fique longos períodos sem comer; não realize uma refeição pesada e fora da rotina no jantar; não inicie uma nova estratégia de treino nem aumente cargas (para não ficar com dores ou qualquer outra manifestação que possa atrapalhar seu desempenho no teste). Se tiver um treino mais leve que possa fazer amanhã ou não treinar, melhor.
 - Não consuma álcool amanhã.
 - Tenha uma boa noite de sono!
 - No dia do teste, lembre-se: você deve estar em jejum! Amanhã venho te lembrar sobre esse ponto e passar as informações do local.
- Obrigada por contribuir com a pesquisa!

- Enviar mensagem padrão para o voluntário explicando as recomendações pré-teste **um dia antes da data marcada** (verificar orientações específicas da COVID-19 como uso de máscara, vacinação e outros + editar partes em vermelho):

Olá, boa tarde!

Amanhã temos nosso segundo teste!

O local é Av. Professor de Mello Moraes, 65. O laboratório fica no bloco D, 2º andar. A entrada é feita pela entrada principal da Escola de Educação Física e Esporte (EEFE) da USP. Ao chegar, você deverá seguir o corredor à direita da entrada principal até o final, virar levemente à esquerda e continuar logo à direita, também até o final. No fim, você se deparará com uma quadra e um prédio branco. Esse prédio branco é o bloco D. Contorne para a frente do prédio, até a entrada.

Na entrada terá um elevador à direita, o laboratório fica no 2º andar. Ao sair do elevador, é a primeira porta à esquerda. Ao chegar, você pode me enviar uma mensagem para te buscar, caso queira. Mas ficam aqui essas orientações mais específicas para te ajudar.

O uso de máscara está obrigatório dentro da universidade, por isso, traga a sua!

Por fim, não coma antes de sair de casa! Ofereceremos um café da manhã padronizado no laboratório.

E durma bem!

Obrigada mais uma vez pela sua contribuição e compromisso conosco!

ETAPA 2 – DIA DO TESTE, PROCEDIMENTOS INICIAIS

- Chegar 15 minutos antes do horário marcado com o voluntário;
- Tirar a gasometria do stand-by e colocar para calibrar;
- Limpar os seguintes locais:
 - Área em que efetuará as coletas de sangue;
 - Área em que o voluntário realizará o café da manhã;
 - A bicicleta que será utilizada durante o teste de VO2.
- Separar todos os materiais necessários para a coleta de sangue conforme o protocolo de coleta, sendo:
 - Seringa de 10 mL para soro: 6 unidades (2 mL por vez)
 - Agulha para seringa do soro: 1 unidade
 - Seringa de 5 mL para descarte: 6 unidades (1 mL por vez)
 - Monovetete 2 mL: 31 unidades
 - Seringa de 5 mL para coleta de sangue: 9 unidades
 - Utensílio para leitura na gasometria: 31 unidades
 - Tubos de coleta de sangue com ativador de coágulo: 9 unidades
- Identificar os tubos de coleta da seguinte forma:
 - JEIUM
 - PRÉ-TESTE
 - 30' DE TESTE
 - 60' DE TESTE
 - 90' DE TESTE

- ☐ 120' DE TESTE
- ☐ FIM DE TESTE
- ☐ 1H PÓS TESTE
- ☐ 2H PÓS TESTE

ETAPA 3 – COLETA DE SANGUE E AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

- Explicar as etapas do dia para o voluntário;
- Realizar a pesagem do voluntário;
- Iniciar a coleta de sangue conforme o protocolo de coleta, com o voluntário ainda em jejum (**anotar o horário de término no checklist**);
- Anotar na folha que saiu da gasometria as informações do tempo de coleta da mesma forma que anotou nos tubos de sangue;
- Oferecer o café da manhã padronizado ao voluntário (**anotar o horário de término no checklist**);
- Oferecer a **primeira** de quatro doses da suplementação e contar 10 minutos (**anotar o horário de término no checklist**);
- Oferecer a **segunda** de quatro doses da suplementação e contar 10 minutos (**anotar o horário de término no checklist**);
- Oferecer a **terceira** de quatro doses da suplementação e contar 10 minutos (**anotar o horário de término no checklist**);
- Oferecer a **quarta** de quatro doses da suplementação e contar 30 minutos (**anotar o horário de término no checklist**);
- Realizar a avaliação antropométrica;
- Finalizado os 30 minutos, realizar uma nova coleta de sangue (**anotar o horário de término no checklist**);
- Anotar na folha que saiu da gasometria as informações do tempo de coleta da mesma forma que anotou nos tubos de sangue;
- Pegar a chave do laboratório de genética para preparação do soro para análise.

ETAPA 4 – TESTE EXPERIMENTAL

- Ajustar a bicicleta conforme as preferências do voluntário (alturas e distâncias do banco e guidão).
- Organizar a mesa com os itens necessários para o teste:
 - Escala de percepção de esforço;
 - Frequencímetro;
 - Garrafa de água cheia para o voluntário;
 - Computador com Lode Ergonometry Manager 10 instalado e com o voluntário e teste cadastrados;
 - Celular com o aplicativo Polar Beat instalado e pareado com o frequencímetro a ser utilizado.
- Colocar o protocolo do teste experimental para o voluntário em questão;
- Explicar o teste para o voluntário e iniciar o teste;
- Realizar as coletas de sangue durante o teste, anotar a frequência cardíaca e a percepção de esforço durante o teste conforme o checklist.

ETAPA 5 – PÓS-TESTE

- Coletar a amostra de sangue pós-teste (**anotar o horário de término no checklist**);
- Higienizar todos os equipamentos utilizados durante o teste (principalmente a **bike** e lugares que podem eventualmente ter sujado de sangue);
- Levar as amostras para centrifugar e seguir o protocolo específico para tal. Serão necessários ao todo 18 tubos de Eppendorf de 5 mL. Cada tubo deve ser identificado da seguinte forma:
 - Tampa: sigla do voluntário (ex: A01) + tempo da coleta (ex: J) + data abreviada (ex: 12/05);
 - Tempos: jejum (J), pré-teste (PRÉ), 30' de teste (30'), 60' de teste (60'), 90' de teste (90'), 120' de teste (120'), fim de teste (FIM), 1h pós teste (1H) e 2h pós teste (2H).
 - Corpo: sigla do voluntário + data completa (ex: 21/01/22) + tempo de coleta + abreviações do nome do voluntário (ex: NSR).
 - Tempos: jejum, pré-teste (PRÉ), 30' de teste (30'), 60' de teste (60'), 90' de teste (90'), 120' de teste (120'), fim de teste (FIM), 1h pós teste (1H) e 2h pós teste (2H).
- Retornar ao laboratório do segundo andar para coleta das amostras de 1 e 2 horas pós teste (**anotar o horário de término no checklist**);
- Realizar o Recordatório Alimentar de 24hrs;
- Finalizadas as coletas, limpar todas as superfícies, fechar as janelas, desligar o ar-condicionado e colocar a gasometria em stand-by.

ANEXO III – PROTOCOLO PARA O DIA DE TESTE

ANEXO IV – CHECKLIST PARA A COLETA

ESTUDO ACIDOSE

Nome completo do voluntário: _____

Identificação: _____ Data de realização: ____/____/____ T (°C): ____ Umidade: _____

COLETA BASAL + VO₂ MÁX

CHECK-LIST DO DIA DE TESTE

- ☐ Explicação dos procedimentos do dia para o voluntário;
- ☐ Entrega e assinatura do TCLE;
- ☐ Pesagem e altura do voluntário:
 - o Peso: ____
 - o Altura: ____
- ☐ Coleta em jejum: ____:____
- ☐ Café da manhã: ____:____
- ☐ Coleta 30' pós CM (C2): ____:____
- ☐ Cadastro do voluntário no programa Omnia;
- ☐ Cadastro do voluntário no programa Lode Ergometry Manager 10;
- ☐ Coleta 60' pós C2: ____:____
- ☐ Coleta do recordatório alimentar 24h;
- ☐ Aplicação do IPAQ;
- ☐ Retirada da chave do laboratório de genética;
- ☐ Calibração do K5;
- ☐ Coleta 120' pós C2: ____:____
- ☐ Explicar teste para o voluntário;
- ☐ Início do teste de VO₂ MÁX: ____:____
- ☐ Término do teste de VO₂ MÁX: ____:____
- ☐ Retirar frequencímetro do voluntário;
- ☐ Centrifugação do sangue coletado no basal;
- ☐ Devolução da chave do laboratório de genética;
- ☐ Organização do laboratório de exercícios físicos;
- ☐ Limpeza de todas as superfícies utilizadas (principalmente a bike e locais que podem, eventualmente, ter sujado de sangue);
- ☐ Fechar janelas, desligar o ar-condicionado e colocar a gasometria em stand-by.