



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



**AÇÃO DO CAMU-CAMU [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]
LIOFILIZADO SOBRE A GLICEMIA E O PERFIL LIPÍDICO DE
ADULTOS JOVENS**

BIANCA LANGUER VARGAS

MANAUS, 2012

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

BIANCA LANGUER VARGAS

**AÇÃO DO CAMU-CAMU [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]
LIOFILIZADO SOBRE A GLICEMIA E O PERFIL LIPÍDICO DE
ADULTOS JOVENS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na linha de pesquisa Alimentos e Nutrição.

Orientador: Prof^ª Dr^ª Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama
Co-orientador: Prof^ª Dr^ª Francisca das Chagas do Amaral Souza

MANAUS, 2012

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L287a Languer Vargas, Bianca
Ação do camu-camu [Myrciaria dubia (kunth) Mcvaugh] liofilizado sobre a glicemia e o perfil lipídico de adultos jovens / Bianca Languer Vargas. 2012
98 f.: il. color; 30 cm.

Orientadora: Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama
Coorientadora: Francisca das Chagas do Amaral Souza
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. intervenção. 2. cápsulas. 3. vitamina C. 4. flavonóides. 5. LDL-colesterol. I. Yuyama, Lúcia Kiyoko Ozaki II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

BIANCA LANGUER VARGAS

**AÇÃO DO CAMU-CAMU [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh]
LIOFILIZADO SOBRE A GLICEMIA E O PERFIL LIPÍDICO DE
ADULTOS JOVENS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos na linha de pesquisa Alimentos e Nutrição.

Aprovado em 27 de agosto de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rosany Piccolotto Carvalho
Universidade Federal do Amazonas

Prof^a. Dr^a. Maria Francisca Simas Teixeira
Universidade Federal do Amazonas

Dra. Keillah Mara do Nascimento Barbosa
Universidade Nilton Lins

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Celso e Denise, pelo amor, incentivo e dedicação despendida ao longo de uma vida para minha educação. Dedico também ao meu irmão, Marcelo, pelo amor e pelo exemplo de luta e perseverança.

EPÍGRAFE

A Coisa

(Mário Quintana)

“A gente pensa uma coisa, acaba escrevendo outra e o leitor entende uma terceira coisa...

E, enquanto se passa tudo isso,

A coisa propriamente dita

Começa a desconfiar que não foi propriamente dita.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família: a meu pai Celso, pela dedicação e luta para minha educação e formação profissional; a minha mãe Denise, pelo amor, apoio e compreensão dedicados a mim e meu irmão; a meu irmão Marcelo, pelo amor e pelo magnífico exemplo de luta pela vida; a minha avó Teresinha e minhas tias Diva e Silvana, pelo amor dedicado a mim e por estarem sempre ao meu lado, apoiando e incentivando.

Agradeço a meu grande amor Luciano, pelo amor, incentivo, apoio e segurança a mim dedicados. Por escolher construir sua vida ao meu lado e fazer minha felicidade a cada dia.

A minha colega e amiga Flávia, pelas incontáveis ajudas prestadas nessa caminhada, onde andamos juntas e também pela sincera amizade que surgiu entre nós e que certamente levarei para toda a vida.

A minha orientadora, Dra Lúcia, por aceitar orientar-me, pelo incentivo ao trabalho, pelo sorriso no rosto, pela paciência incansável e pelo exemplo, não só profissional como também pessoal, de luta pela vida.

Aos colaboradores Dr. Jaime Aguiar e Dra. Francisca Souza, pelo auxílio prestado nos momentos cruciais da elaboração deste trabalho. Em especial à Dra. Francisca pela orientação e colaboração essencial a realização deste trabalho.

A minha professora, amiga e primeira orientadora, Dra. Maria Cecília Assunção, por todos os ensinamentos, pelo exemplo profissional e por despertar em mim o interesse pela pesquisa.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Por fim, agradeço aos participantes, sujeitos da pesquisa, já que sem sua colaboração, esta e inúmeras outras pesquisas em saúde não seriam possíveis.

RESUMO

As doenças crônicas, como diabetes, doenças cardiovasculares (DCV) e câncer, representam atualmente 60% de todas as mortes no mundo. O estresse oxidativo, desencadeado pela ação de radicais livres, está envolvido na patogênese de inúmeras doenças crônicas, a exemplo as DCV. Alguns nutrientes presentes em frutas e verduras possuem ação antioxidante, como é o caso dos flavonóides e da vitamina C, e seu consumo regular está associado à diminuição do risco de desenvolvimento de doenças crônicas. O camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] é um fruto exclusivo da região amazônica que possui teores significativos de antioxidantes, principalmente vitamina C e flavonóides. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do pó da polpa de camu-camu sobre a glicemia e o perfil lipídico de adultos jovens. A polpa do camu-camu foi liofilizada e sua composição nutricional foi analisada utilizando-se os métodos indicados pelo Instituto Adolpho Lutz para a composição centesimal e o método de CLAE para vitamina C. Para a intervenção, foi conduzido um ensaio clínico controlado, duplo-cego, em 18 voluntários de ambos os gêneros, com idades entre 21 e 35 anos. Os participantes foram divididos em dois grupos: 1) grupo intervenção, que recebeu cápsulas de camu-camu liofilizado contendo 320 mg de vitamina C; 2) grupo controle, que recebeu cápsulas contendo 320 mg vitamina C sintética. A ingestão das cápsulas foi diária durante 15 dias e duas coletas de sangue foram procedidas, uma antes do início do estudo e outra ao final. Foram verificadas as diferenças estatísticas nos níveis de vitamina C no plasma, glicemia de jejum e perfil lipídico por meio do Teste t de Student. O camu-camu liofilizado apresentou 20.310 mg de vitamina C/100g e 12,89 mg de flavonóides/100g. Ao final da intervenção registrou-se queda significativa nos níveis de glicemia de jejum, colesterol total e HDL ($p < 0,05$) no grupo que recebeu cápsulas de camu-camu e redução significativa apenas da glicemia de jejum ($p < 0,05$) no grupo que recebeu cápsulas de vitamina C sintética. Quando avaliados somente aqueles indivíduos que seguiram corretamente o protocolo, observou-se diminuição significativa também nos valores de LDL ($p < 0,05$) no grupo intervenção. Em ambos os grupos houve tendência de redução nos níveis de triglicérides, porém não significativa ($p > 0,05$). Conclui-se que as cápsulas de camu-camu foram mais eficientes, apresentando ação hipolipidêmica e hipoglicemiante nos voluntários estudados. Tais resultados demonstram o potencial benéfico da vitamina C e do camu-camu à saúde, apresentando o fruto como uma excelente fonte desta vitamina.

Palavras-chave: intervenção, cápsulas, vitamina C, flavonóides, LDL-colesterol.

ABSTRACT

Currently, chronic diseases such as diabetes, cardiovascular disease (CVD) and cancer account for 60% of all deaths worldwide. Oxidative stress caused by the action of free radicals is involved in the pathogenesis of many chronic diseases such as CVD. Flavonoids and vitamin C are antioxidant nutrients found in fruits and vegetables, and its regular consumption is associated with decreased risk of developing chronic diseases. Camu-camu (*Myrciaria dubia* [Kunth] McVaugh) is a fruit from the Amazon region that has significant levels of antioxidants, especially vitamin C and flavonoids. This study aimed to evaluate the effect of dust from the pulp of camu-camu on glucose and lipid profile in young adults. The pulp of camu-camu was lyophilized and its nutritional composition was analyzed using the methods indicated by Instituto Adolpho Lutz for the centesimal composition and HPLC method for vitamin C. For the intervention, was conducted a not randomized, double-blind, controlled clinical trial with 18 volunteers of both genders, aged between 21 and 35 years. The volunteers were divided into two groups: 1) intervention group that received capsules of lyophilized camu-camu containing 320 mg of vitamin C; 2) control group that received capsules containing 320 mg of synthetic vitamin C. The ingestion of capsules was daily for 15 days and blood samples were collected and analyzed before and after the intervention. Statistical differences in the levels of vitamin C in plasma, fasting glucose and lipid profile were verified by means of Student's "t" test. The lyophilized camu-camu presented 20,310 mg of vitamin C/100g and 12.89 mg of flavonoids/100g. At the end of the intervention was reported a significant decrease in fasting glucose, total cholesterol and HDL-cholesterol ($p < 0.05$) levels in group that received capsules of camu-camu and a significant reduction only in fasting glucose ($p < 0.05$) levels in group that received capsules of synthetic vitamin C. When considering only those individuals who correctly followed the protocol, there was also a significant decrease in LDL-cholesterol ($p < 0.05$) levels in intervention group. In both groups there was a tendency of reduction in triglyceride levels, although it has not been significant ($p > 0.05$). It was concluded that the capsules of camu-camu were more efficient, presenting hypolipidemic and hypoglycemic action in volunteers studied. These results demonstrate the potential benefit of vitamin C and camu-camu health, presenting the fruit as an excellent source of this vitamin.

Keywords: intervention, capsules, vitamin C, flavonoids, LDL-cholesterol.

LISTA DE IMAGENS

- FIGURA 1.** Camu-camu (*Myrciaria dubia*) em seu ambiente natural 36
- FIGURA 2.** Fluxograma das etapas realizadas no estudo. Formulação das cápsulas, seleção da amostra e intervenção..... 43

LISTA DE TABELAS E QUADROS

QUADRO 1.	Funções conhecidas da vitamina C no organismo humano	26
------------------	--	----

CAPÍTULO I

TABELA 1.	Composição química da polpa de camu-camu liofilizada, INPA/AM, 2012, comparada à composição da polpa <i>in natura</i> analisada por Maeda et al. (2006)	57
TABELA 2.	Teor de minerais da polpa de camu-camu liofilizada, INPA/AM, 2012, comparada à média de valores encontrados na polpa <i>in natura</i> analisada por Yuyama et al. (2003)	59

CAPÍTULO II

TABELA 1.	Composição química das cápsulas de camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>) utilizadas pelos participantes da intervenção com camu-camu, Manaus/AM, 2012	74
TABELA 2.	Descrição das variáveis estudadas nos participantes da intervenção com camu-camu e vitamina C, Manaus/AM, 2012.	75
TABELA 3.	Análise por protocolo da diferença entre as médias iniciais e finais de perfil lipídico e glicemia dos participantes da intervenção com camu-camu e vitamina C, Manaus/AM, 2012	76
TABELA 4.	Análise por intenção de tratar da diferença entre as médias iniciais e finais de perfil lipídico e glicemia dos participantes da intervenção com camu-camu e vitamina C, Manaus/AM, 2012	77

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSAS	Coordenação de Sociedade, Ambiente e Saúde
CT	Colesterol Total
ERN	Espécies Reativas de Nitrogênio
ERO	Espécies Reativas de Oxigênio
DNA	<i>Desoxyribonucleic Acid</i>
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DCV	Doenças Cardiovasculares
DRI	<i>Dietary Reference Intake</i>
FAMETRO	Faculdade Metropolitana de Manaus
GC	Grupo Controle
GI	Grupo Intervenção
HDL-c	<i>High Density Lipoprotein - cholesterol</i>
HIV	<i>Human Immune Deficiency Virus</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IL	Interleucina
IMC	Índice de Massa Corporal
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
LAN	Laboratório de Alimentos e Nutrição
LDL-c	<i>Low Density Lipoprotein - cholesterol</i>
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
PAHO	<i>Panamerican Health Organization</i>
PCR	Proteína C Reativa
PCR_{us}	Proteína C Reativa ultrasensível
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
RDA	<i>Recommended Dietary Allowances</i>
RR	Risco Relativo
R24h	Recordatório de 24 horas
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TG	Triglicerídeos
TNF-α	<i>Tumoral Necrosis Factor α</i>
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UL	<i>Tolerable Upper Intake Levels</i>
USP	Universidade de São Paulo
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Alimentação e saúde	16
2.2 Antioxidantes	22
2.2.1 Vitamina C	24
2.2.2 Flavonóides	29
2.3 Camu-camu	34
3. OBJETIVOS	40
4. MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1 Modelo de estudo	41
4.2 Informações éticas	41
4.3 População de estudo	41
4.4 Critérios de elegibilidade	42
4.5 Fluxograma de procedimentos	43
4.6 Descrição dos procedimentos	44
4.6.1 Formulação das cápsulas	44
4.6.2 Intervenção	47
4.7 Armazenamento das informações e análise dos dados	49
5. RESULTADOS	50
CAPÍTULO I	51
CAPÍTULO II	66
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICES	

1 INTRODUÇÃO

As doenças crônicas, como diabetes, doenças cardiovasculares (DCV) e câncer representam atualmente 60% de todas as mortes no mundo (WHO, 2012). O estresse oxidativo desencadeado pela ação de radicais livres gera lesões em componentes biológicos do organismo humano, como carboidratos, lipídios, proteínas e moléculas de DNA. Essas lesões estão diretamente envolvidas na patogênese de inúmeras doenças crônicas, como as DCV (KIM et al., 2003).

Os hábitos alimentares de cada população também podem influenciar no desenvolvimento de tais doenças, considerando que alguns alimentos podem proteger e outros podem promover seu risco (HU, 2002). Estudos epidemiológicos têm evidenciando que um alto consumo de frutas e verduras está associado à redução do risco de eventos relacionados ao estresse oxidativo, como doenças cardíacas e câncer (DUTHIE et al., 2006; CARLSEN et al., 2010). Da mesma forma, a ingestão regular de compostos de ação antioxidante, como os flavonóides e a vitamina C, está associada à diminuição desse risco (NAIDU, 2003; PINTO et al., 2007).

Os flavonóides, e em particular a quercetina, são compostos fenólicos de origem vegetal aos quais é atribuída a capacidade de neutralizar radicais livres e outras espécies reativas de nitrogênio e oxigênio, que por sua vez contribuem para a gênese da maioria das doenças crônicas (KNEKT et al., 2002; DUTHIE et al., 2006; ERDMAN et al., 2007). Além disso, supõe-se que esses compostos possam trazer benefícios à saúde humana através de outros mecanismos, ajudando a manter a integridade celular e a integridade da molécula de DNA, aumentando a longevidade (WOOD et al., 2004; CARLSEN et al., 2010).

Também conhecida como ácido ascórbico em sua forma ativa, a vitamina C pertence ao grupo de vitaminas hidrossolúveis e desempenha papel essencial ao organismo humano. Está envolvida na síntese de colágeno, corticoesteróides e ácidos biliares, e atua como facilitador no processo de absorção do ferro na luz intestinal (ARANHA et al., 2000; CERQUEIRA et al., 2007). Além disso, a vitamina apresenta amplo potencial antioxidante, sendo também capaz de neutralizar diferentes moléculas de radicais livres no plasma (ADAMS et al., 1999; BONI et al., 2010). Diversos estudos já demonstraram que a vitamina é capaz de diminuir os níveis séricos de lipídios (MCRAE, 2006). Sabe-se que a elevação do colesterol sanguíneo, principalmente o LDL-colesterol, está fortemente relacionada à aterogênese, representando um grave fator de risco para o desenvolvimento de infarto e outros fenômenos tromboembólicos (SBC, 2007).

Embora diversos estudos acerca da ação antioxidante dos compostos fenólicos e da vitamina C tenham encontrado resultados promissores, seus efeitos fisiológicos no organismo humano necessitam ser avaliados mais profundamente (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000; CERQUEIRA et al., 2007). Considerando a complexidade dessas relações, torna-se de extrema importância o desenvolvimento de estudos que propiciem a melhor compreensão do papel destes compostos na promoção da saúde e prevenção do desenvolvimento de doenças.

O camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] é um fruto amazônico semelhante à jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) encontrado naturalmente à beira de rios e lagos da região (YUYAMA et al., 2010). Os frutos da família Myrtaceae, a qual pertence o camu-camu, tem sido foco de inúmeros estudos por apresentarem significativo conteúdo de substâncias antioxidantes. Trabalhos recentes comprovaram o alto teor de flavonóides e vitamina C no camu-camu (UEDA et al., 2004; REYNERTSON et al., 2008), que é considerado até o momento, a maior fonte natural desta vitamina, apresentando

concentrações que podem variar entre 2.000 e 6.500 mg em 100 g de fruto, dependendo do estágio de maturação e do local de cultivo (RODRIGUES et al., 2001; YUYAMA et al., 2002).

Dessa maneira, a ingestão regular do fruto aliada a uma dieta equilibrada e rica em fibras e micronutrientes, surge como uma alternativa promissora de manutenção da boa saúde, tanto para indivíduos saudáveis quanto para aqueles que já sofram com os processos patológicos crônicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alimentação e saúde

O estilo de vida humano está intimamente relacionado ao estado de saúde das populações. Uma dieta equilibrada, associada à prática regular de atividade física, é fator determinante da boa saúde de indivíduos em todos os estágios de vida. Ao contrário, a má nutrição pode causar uma piora nas condições de saúde humana, pois conduz ao atraso do desenvolvimento infantil, aumento da suscetibilidade a doenças, redução da imunidade e diminuição da produtividade física e mental (WHOa, 2011).

Nas últimas décadas, com o advento da urbanização e industrialização aceleradas, o mundo vivenciou um rápido desenvolvimento econômico, o que permitiu a globalização de mercados. No entanto, essa globalização fez surgir mudanças drásticas no estilo de vida das sociedades, principalmente mudanças de hábito alimentar. Tais modificações acarretaram impacto negativo sobre a saúde e o estado nutricional das populações ao redor do globo, principalmente daquelas que vivem em países em desenvolvimento. Enquanto a disponibilidade de alimentos aumentou e diversificou e o acesso a bens e serviços apresentou melhora substancial, também foram constatadas consequências negativas em relação à inadequação dietética e ao aumento do sedentarismo e do tabagismo. Esse novo estilo de vida acabou por desencadear o consumo excessivo de nutrientes relacionados ao desenvolvimento de doenças crônicas, como gorduras saturadas e carboidratos simples, principalmente entre os indivíduos de baixo poder aquisitivo (WHO; FAO, 2003).

Tais modificações caracterizam o chamado processo de transição nutricional, que pode ser considerado um dos processos de transformação de saúde pública mais

importantes da história da humanidade. O termo “transição nutricional” tem sido utilizado para identificar mudanças significativas no padrão alimentar, atividade física, níveis de saúde e estado nutricional das populações mundiais (SUÁREZ-HERRERA et al., 2009). A transição nutricional geralmente é precedida das transições demográfica e epidemiológica, que têm como principais características o envelhecimento da população com aumento da expectativa de vida (transição demográfica) e a diminuição da morbimortalidade por doenças agudas transmissíveis, paralela ao aumento da prevalência da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (transição epidemiológica) (SCHRAMM et al., 2004; BRITO, 2008; HARPER; ARMELAGOS, 2010; KEARNEY, 2010).

Devido aos processos de transição nutricional, países em desenvolvimento enfrentam a coexistência de problemas de nutrição e saúde pública paradoxais, como a ocorrência paralela de desnutrição e obesidade, onde as regiões mais desenvolvidas sofrem com os problemas característicos do consumo alimentar excessivo enquanto as regiões menos favorecidas vivem sob os riscos da insegurança alimentar (BATISTA FILHO et al., 2008; SUÁREZ-HERRERA et al., 2009; KEARNEY, 2010).

As mudanças nos padrões alimentares podem ser percebidas a nível global. Nos últimos 50 anos o consumo alimentar mundial sofreu acréscimo, em média, de 400 kcal diárias per capita, provindas principalmente de carnes, gordura vegetal e açúcar. O consumo de sódio também aumentou significativamente. Por outro lado, a ingestão de fibras oriundas de leguminosas, hortaliças e frutas, assim como a prática de atividade física diminuíram gradativamente (KEARNEY, 2010; POPKIN, 2011). Tais dados reforçam a ideia de que o fenômeno da transição nutricional acarreta graves implicações em termos de saúde pública, já que o consumo alimentar inadequado, aliado ao sedentarismo, faz aumentar as prevalências de sobrepeso e obesidade e o risco de doenças crônicas não

transmissíveis como hipertensão arterial, diabetes e câncer (HARPER; ARMELAGOS, 2010; KEARNEY, 2010).

As mudanças características da transição nutricional já puderam ser notadas há pelo menos 50 anos atrás nos países desenvolvidos (AMUNA; ZOTOR, 2008). Nesse espaço de tempo, nos Estados Unidos, o consumo de água e suco de frutas deu lugar aos refrigerantes e sucos artificiais e a ingestão de carnes e produtos industrializados semi-prontos cresceu largamente, em detrimento da diminuição no consumo de verduras, hortaliças e frutas (POPKIN, 2011). Como reflexo dessas mudanças, o país acompanhou uma rápida expansão do excesso de peso em sua população. Dados do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2010a) mostram que na década de 60 a prevalência de sobrepeso e obesidade entre adultos era de 31,5% e 13,4%, respectivamente. Esses números cresceram para 33,6% de sobrepeso e 34,3% de obesidade em 2008. Em relação a crianças e adolescentes, a prevalência de obesidade entre meninos e meninas na década de 80 era de 11,3% e 9,7%, respectivamente, aumentando para 19,3% e 16,8% em 2008 (CDC, 2010b).

No Brasil, os efeitos da transição nutricional também podem ser notados. Desde a década de 50, o país vem passando por inúmeras mudanças de cunho social e econômico que determinaram, em grande parte, o perfil alimentar atual de sua população. Inicialmente instalou-se o processo de transição demográfica, onde a população deixou a área rural, na década de 60, para tornar-se predominantemente urbana, na década de 80 (IBGE, 2002). As taxas de natalidade, mortalidade infantil, desnutrição e analfabetismo diminuíram e as de saneamento básico, vacinação e acesso a serviços de saúde aumentaram. O perfil populacional brasileiro passou então a assemelhar-se ao perfil de países desenvolvidos, devido à diminuição do número de adolescentes e adultos jovens e aumento do número de adultos com 50 anos ou mais. Conseqüentemente iniciou-se a transição epidemiológica, marcada pela diminuição das epidemias de doenças infecciosas e o aumento da prevalência

de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), sendo que atualmente observa-se uma grande prevalência dessas últimas, aliada ao crescente aumento nas taxas de excesso de peso em crianças, adolescentes e adultos (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003; BATISTA FILHO et al., 2008).

As modificações de perfil nutricional enfrentadas pela população brasileira são registradas pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizadas periodicamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As POFs têm o objetivo de caracterizar e acompanhar as condições de vida dos brasileiros por meio da análise de seus orçamentos familiares, situação socioeconômica e perfil nutricional. Tratam-se de pesquisas realizada por meio de amostra populacional, onde as famílias são entrevistadas em seus próprios domicílios, por todo o país. São coletados dados sobre o número de moradores, idade, gênero, gestação e amamentação, antropometria, orçamento e rendimento familiar, bens e serviços e alimentação.

Os dados publicados pela última POF, realizada no período de 2008 a 2009, mostram que excesso de peso entre os brasileiros vem crescendo aceleradamente em crianças, adolescentes e adultos. Comparando-se os dados de 2008-2009 com os de três décadas atrás (1974-1975), a prevalência de excesso de peso entre adultos aumentou seis vezes no sexo masculino (de 3,7% para 21,7%) e quase três vezes no sexo feminino (de 7,6% para 19,4%). Atualmente, a prevalência de excesso de peso entre adultos de ambos os sexos atinge praticamente a metade dos brasileiros: 49%. Embora em números mais discretos, a prevalência de obesidade vem seguindo a mesma tendência de aumento do excesso de peso, chegando a alcançar 14,8% entre adultos em 2008-2009 (IBGE, 2010).

Além de dados antropométricos, a POF também apresenta dados sobre a disponibilidade de alimentos no país, indicando os alimentos preferidos pelas famílias para o consumo em domicílio. Em 2008-2009, cereais, leguminosas, raízes e tubérculos

representaram 45% das calorias totais consumidas em domicílio, seguidos do grupo das gorduras, açúcares, refrigerantes e bebidas alcoólicas, alimentos essencialmente calóricos, que representaram 28% do consumo. As frutas, verduras e legumes ficaram apenas com 2,8% do total calórico, valor muito abaixo do preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (9 a 12%). Quanto à adequação dietética de macronutrientes, houve discrepância apenas em relação ao consumo de calorias provindas de açúcares simples, que alcançou o percentual médio de 16,4%, valor acima da recomendação do Ministério da Saúde (10%) (IBGE, 2010).

A disponibilidade calórica diária, por indivíduo, em domicílio, diminuiu de 1791 kcal, no período de 2002-2003 para 1610 kcal em 2008-2009, reflexo do aumento de consumo alimentar fora do domicílio, já que esses gastos, que no período anterior correspondiam a 24,1% do total de gastos com alimentação, se elevaram para 31,1%. Os alimentos que tiveram consumo aumentado nesse período foram, principalmente, refeições prontas e misturas industrializadas (40%), derivados do leite (39%), bebidas alcoólicas (28%), embutidos (25%) e frutas e sucos de frutas (25%), entre outros. No entanto, outros alimentos considerados saudáveis obtiveram queda de consumo, como foi o caso da farinha de trigo (25%), de mandioca (19%), do feijão (18%) e do leite (10%) (IBGE, 2010).

De acordo com os dados mencionados, evidencia-se que atualmente no Brasil, crescem as prevalências de sobrepeso e obesidade, há um consumo excessivo de açúcar e insuficiente de frutas e hortaliças e uma tendência ao aumento do consumo de gorduras saturadas nos próximos anos (IBGE, 2010). Observa-se uma inclinação global, mais marcante em países em desenvolvimento, para a elevação das taxas de excesso de peso, sedentarismo e adoção de práticas alimentares não saudáveis, que incluem o consumo elevado de gorduras saturadas, açúcares, sódio e carnes e restrição ao consumo de frutas,

leguminosas e hortaliças. Esses padrões de comportamento elevam os riscos de DCNT, entre elas hipertensão, diabetes, aterosclerose, acidentes cardiovasculares e diversos tipos de câncer (WHO; FAO, 2003).

A elevação dos níveis de lipoproteínas plasmáticas, processo patológico conhecido como dislipidemia, é uma das principais causas desencadeantes da aterosclerose. A aterosclerose é uma doença inflamatória crônica multifatorial, desencadeada ao longo de anos em resposta a lesões sofridas pelo endotélio, causadas por fatores que agridem a camada íntima das artérias, como o aumento da pressão arterial, a deposição de nicotina e o excesso de lipoproteínas circulantes (SBC, 2007; WHO et al., 2011). O aumento da permeabilidade da camada íntima permite a deposição das lipoproteínas, principalmente as do tipo *Low Density Lipoprotein- cholesterol* (LDL-c). As partículas retidas de LDL-c sofrem oxidação, estimulando o início de um processo inflamatório, gerado pela deposição de proteínas e células imunológicas, formando a placa de ateroma (SBC, 2007). As placas de ateroma provocam o estreitamento dos vasos sanguíneos aonde se localizam, diminuem sua flexibilidade e eventualmente podem se romper, facilitando a formação de coágulos que poderão provocar eventos como infarto cardíaco e isquemia cerebral (WHO et al., 2011).

Segundo a OMS (WHO, 2011) cerca de 17,3 milhões de pessoas no mundo morreram em consequência de DCV em 2008, representando 31% do total de óbitos por todas as causas. Destes, 7,3 milhões foram causados por infarto e 6,2 milhões por isquemia cerebral, como consequência da aterosclerose. Os principais fatores de risco para estas doenças são dieta inadequada, sedentarismo, tabagismo e consumo excessivo de álcool. Cerca de 80% dos casos de ataques cardíacos e acidentes vasculares cerebrais (AVC) ocorrerem devido a um ou mais desses fatores. Os efeitos da má alimentação e do sedentarismo, a longo prazo, também podem causar aumento na pressão arterial,

intolerância à glicose, aumento nos lipídios sanguíneos e excesso de peso, condições consideradas como fatores de risco metabólico para as DCV.

A prevalência estimada de dislipidemias em 2008 foi de 39% em adultos, sendo a doença responsável por 2,6 milhões de mortes (4,5 % do total por todas as causas). Embora a dislipidemia seja uma das principais causas de aterosclerose e acidentes cardiovasculares, ela pode ser tratada e prevenida. A redução de 10% no colesterol total de adultos acima de 40 anos de idade pode resultar em queda de 50% do risco de ataque cardíaco em cinco anos. Além disso, investimentos em prevenção primária configuram como uma solução eficiente e sustentável para diminuir a incidência global das DCV. A diminuição do consumo de gorduras saturadas, açúcar e sódio, o consumo frequente de frutas e verduras, a prática de atividade física regular e a restrição do uso de álcool e tabaco representam intervenções eficientes e de grande impacto na redução do surgimento dessas doenças (WHO et al., 2011).

2.2 Antioxidantes

A rápida expansão em inúmeras áreas científicas, em especial a epidemiologia, contribuiu para o esclarecimento do papel da dieta na prevenção e controle da morbimortalidade por DCNT. Atualmente sabe-se que padrões alimentares específicos possuem componentes nutricionais capazes de aumentar tanto a probabilidade de se contrair tais doenças quanto a proteção contra elas (WHO; FAO, 2003). A adoção de hábitos alimentares saudáveis pode ser determinante para a diminuição do risco de doenças como obesidade, diabetes e síndrome metabólica, entre outras. O consumo regular de frutas, hortaliças e gorduras insaturadas tem sido positivamente associado à modulação de

certos biomarcadores, principalmente aqueles ligados à inflamação, oxidação, função endotelial e regulação hormonal. Isso ocorre porque esses alimentos possuem compostos que lhes conferem ações benéficas, como vitaminas, minerais e ácidos graxos polinsaturados, além de outras substâncias com poder antioxidante (BRESSAN et al., 2009).

Antioxidantes são quaisquer moléculas capazes de inibir a ação em cadeia dos radicais livres, impedindo que estes iniciem processos oxidativos e seus efeitos adversos (BONI et al., 2010). Radicais livres são moléculas reativas e instáveis devido à presença de elétrons desemparelhados em sua estrutura química. Tais espécies iniciam uma reação oxidativa em cadeia ao capturarem elétrons de outras moléculas a fim de emparelharem os seus, reagindo rapidamente com as biomoléculas celulares (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2000; CATANIA et al., 2009). As espécies reativas de nitrogênio (ERN) e oxigênio (ERO) são os radicais livres mais comuns no organismo humano (CERQUEIRA et al., 2007).

O processo de respiração celular para geração de energia acaba resultando na formação de ERO, ou seja, o desenvolvimento de moléculas reativas ocorre naturalmente no organismo humano (CATANIA et al., 2009). Entretanto, as ERO desencadeiam processos de oxidação de biomoléculas importantes, podendo comprometer a integridade das células e seus processos bioquímicos, resultando no estresse oxidativo (CERQUEIRA et al., 2007; CATANIA et al., 2009). Portanto, torna-se necessário que haja um equilíbrio entre os processos oxidantes e antioxidantes. Para tanto o organismo humano conta com mecanismos antioxidantes endógenos, como as enzimas peróxido dismutase e catalase, e exógenos, como as vitaminas A, C e E e compostos fenólicos, que são adquiridos através da alimentação (CATANIA et al., 2009).

Quando o estresse oxidativo se sobrepõe, pode levar à inativação de enzimas, ruptura de membranas celulares, mutações gênicas, peroxidação lipídica e aumento da aterogênese. Tais consequências possuem associação com a aceleração dos processos de envelhecimento e com o desenvolvimento de DCNT (AUGUSTO, 2006; CERQUEIRA et al., 2007). O excesso de radicais livres no plasma e nos endotélios promove oxidação das moléculas de LDL-c, fator desencadeante da aterosclerose, principal causa de DCV (ADAMS et al., 1999).

Dessa forma, o aporte dietético de substâncias antioxidantes torna-se de fundamental importância para se prevenir ou desacelerar a instalação do estresse oxidativo (CATANIA et al., 2009). Assim, esta revisão abordará o papel da vitamina C e dos flavonóides como antioxidantes dietéticos e o fruto tropical camu-camu como fonte desses nutrientes.

2.2.1 Vitamina C

As vitaminas, em uma visão geral, são substâncias orgânicas, fornecidas através da alimentação, e que possuem papel essencial na manutenção de diversas funções intrínsecas do organismo humano (LEVINE et al., 2009). A vitamina C é um composto pertencente ao grupo de vitaminas hidrossolúveis, encontrado em vegetais verdes folhosos, pimentão, tomate, morango, manga, melão, uva, cereja e, principalmente, em frutas cítricas como laranja, limão, acerola, tangerina e lima (ADAMS et al., 1999; NAIDU, 2003). Sua descoberta está relacionada à prevenção e tratamento do escorbuto. Doença endêmica em grande parte da Europa e nas grandes navegações entre os séculos XVI e XIX, devido à escassez do consumo de frutas e verduras, o escorbuto é causado pela má formação do colágeno devido à deficiência de vitamina C, levando a hemorragias na pele e gengivas e má cicatrização (NAIDU, 2003; CERQUEIRA et al., 2007; LEVINE et al., 2009).

Somente em 1932 a vitamina C foi isolada em sua forma pura, possibilitando, mais tarde, a identificação de sua estrutura química e consequente produção sintética. A vitamina é encontrada naturalmente nos alimentos vegetais sob duas formas biodisponíveis: ácido ascórbico (forma reduzida) e ácido desidroascórbico (forma oxidada) (ARANHA et al., 2000; BONI et al., 2010). Ambas as formas possuem ação de vitamina C e são encontradas nos tecidos humanos, podendo doar (ácido desidroascórbico) ou receber (ácido ascórbico) elétrons em reações de oxiredução (PAULING, 2007).

Entre todos os animais, somente os primatas (incluindo o homem), as cobaias e algumas espécies de morcegos não são capazes de sintetizar a vitamina C, devido à inexistência da enzima L-gulonolactona-oxidase (que realiza a conversão de L-gulonolactona em ascorbato), necessitando ingeri-la através da alimentação (NAIDU, 2003; ARANHA et al., 2000). Sua absorção se dá nas porções distais do intestino delgado (jejuno e íleo) por difusão ativa ou passiva, sendo transportada livremente pelo plasma a todos os tecidos na forma de ácido ascórbico e assimilada pelas células por meio de um sistema de transporte ativo específico e imediatamente reduzido a ascorbato. O sistema entérico humano é capaz de absorver quase toda (95%) a vitamina C ingerida quando a quantidade não ultrapassar as 1.200 mg, em única dose. Os percentuais de absorção entérica declinam acentuadamente conforme aumenta a ingestão, sendo que valores acima de 1.500 mg sofrem absorção máxima de 50% (LEVINE et al., 2009; BONI et al., 2010).

A ingestão diária recomendada (RDA) indicada pelas “*Dietary Reference Intakes*” (DRIs) para adultos a partir de 19 anos é de 75 mg para mulheres e 90 mg para homens e a ingestão máxima recomendada (UL) para esse estágio de vida é de 2.000 mg/dia (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000). A ingestão de valores abaixo da RDA não será capaz de suprir as necessidades de vitamina C para a manutenção das funções normais do organismo (Quadro 1), trazendo como consequência, a médio e longo prazo, o surgimento

do escorbuto (LEVINE et al., 2009).. A ingestão frequente de valores acima da UL pode ocasionar asia, diarreia (NAIDU, 2003) e sobrecarga renal, favorecendo a formação de cristais de oxalato na urina, com consequente precipitação de cálculos nos rins (LEVINE et al., 2009).

QUADRO 1: Funções conhecidas da vitamina C no organismo humano.

Local	Ação
Células	Síntese de norepinefrina e carnitina, amidação de hormônios protéicos, hidroxilação do colágeno, metabolismo da tirosina, reutilização de ácidos nucléicos, prevenção do dano oxidativo às proteínas.
Plasma	Prevenção da peroxidação lipídica.
Estômago	Prevenção da formação de compostos nitrogenados.
Intestino delgado	Redução do ferro férrico à ferroso, promovendo sua melhor absorção.

Adaptado de NAIDU, 2003; CERQUEIRA et al., 2007 e LEVINE et al., 2009.

Nos últimos anos, a função de maior destaque da vitamina C tem sido sua ação antioxidante. Segundo Adams et al. (1999), o ácido ascórbico é o antioxidante de maior abundância no plasma, sendo capaz de aumentar a eliminação de colesterol e eliminar radicais livres, prevenindo que estes oxidem partículas de LDL-c. Além disso, sua ação regenera as moléculas de α -tocoferol oxidadas, ativando-as novamente. O α -tocoferol (vitamina E) é um potente antioxidante, também relacionado à prevenção da peroxidação lipídica.

Para avaliar a relação do consumo de vitaminas antioxidantes com o risco cardiovascular, Knekt et al. (2004) reuniram dados de nove estudos de coorte, com duração de 10 anos, sobre o consumo alimentar e a suplementação das vitaminas A, C e E em adultos de vários países (Finlândia, Dinamarca, Estados Unidos, Inglaterra, entre outros). Foram avaliados dados do consumo alimentar por meio de inquéritos dietéticos e controlado o consumo de suplementos das três vitaminas. Os resultados foram relacionados com a incidência de eventos cardiovasculares (como infarto e isquemia) graves e fatais.

Foi concluído que somente a vitamina C esteve claramente relacionada com a diminuição do risco de eventos cardiovasculares nas nove pesquisas avaliadas. Indivíduos que apresentaram um alto consumo de vitamina C (em média 756 mg/dia) tiveram 24% menos chance de desenvolver infarto ou isquemia do que aqueles que apresentaram um baixo consumo diário (84 mg). No entanto, os autores não recomendam o uso de grandes doses de vitamina C com intuito preventivo, já que algumas pesquisas publicadas encontraram resultados controversos e os efeitos de altas doses de antioxidantes no organismo não são totalmente conhecidos (KNEKT et al., 2004).

Em 2008, nos Estados Unidos, Sesso et al. (2008) publicaram resultados da pesquisa longitudinal *The Physicians' Health Study II*, que avaliou os efeitos da suplementação de vitaminas sobre o risco de desenvolvimento de câncer e eventos cardiovasculares, como infarto, falência cardíaca congestiva, angina e acidente vascular cerebral, em 14.641 profissionais da saúde do gênero masculino, com idade superior a 50 anos, durante 10 anos. Para avaliação dos efeitos das vitaminas C e E foi aplicada intervenção duplo-cega, em grupos randomizados e placebo-controlados, onde os participantes foram divididos em quatro grupos: vitamina E x vitamina C, vitamina E x placebo de vitamina C, vitamina C x placebo de vitamina E e placebo de vitamina E x placebo de vitamina C. Os voluntários receberam dosagens de 400 UI de vitamina E sintética em dias intercalados ou 500 mg de vitamina C sintética diariamente. Eventos cardiovasculares graves ou fatais que acometeram os participantes durante o período da pesquisa foram registrados.

Ao final do estudo, nem a vitamina C e nem a vitamina E demonstraram reduzir o risco de desenvolvimento de eventos cardiovasculares graves ou fatais em homens de 50 anos ou mais. No entanto, o estudo não avaliou os efeitos do ácido ascórbico sobre o perfil lipídico (SESSO et al., 2008). Os autores citam pesquisas (SALONEM et al., 2003) que

encontraram diminuição das taxas de colesterol ou da progressão da aterosclerose após seis anos de suplementação com vitamina C. Foi concluído que a suplementação com doses mais elevadas (em torno de 2.000 mg) talvez possa apresentar benefícios e que devem ser conduzidos novos estudos acerca do papel protetor desta vitamina contra DCV (SESSO et al., 2008).

Em relação à ação do ácido ascórbico sobre o perfil lipídico, McRae (2008) elaborou um estudo de meta-análise, avaliando resultados de 13 ensaios clínicos *in vivo*. O autor utilizou desenvolvimento de câncer e eventos cardiovasculares, como infarto, falência cardíaca congestiva, angina e acidente vascular cerebral, o delineamento duplo-cego e placebo controlado, sendo os grupos constituídos em sua maioria por homens (60%), com média de idade de 60,8 anos. O tempo das intervenções variou de quatro a 24 semanas e as doses diárias de vitamina C ingeridas pelos voluntários foram, em sua maioria, entre 500 e 600 mg, sendo utilizadas doses de 1000 mg/dia em cinco estudos e de 2000 mg/dia em dois estudos.

Dos 13 estudos avaliados, nove obtiveram tendência à redução do LDL-c (em média, -7,9 mg/dL ou 5%) após a intervenção com vitamina C, sendo que destes, somente quatro demonstraram uma redução estatisticamente significativa em comparação ao grupo controle. Em relação ao HDL-c, seis estudos obtiveram tendência a aumento desta lipoproteína (em média, 1,1 mg/dL ou 2,3%) e desses, em somente um foi observado aumento significativo. Quanto ao triglicérideo sérico, cinco estudos demonstraram diminuição (em média, -20 mg/dL ou 8,8%), mas somente em dois desses a redução foi significativa (MCRAE, 2008).

De acordo com McRae (2008), os resultados desta meta-análise demonstraram que a suplementação de vitamina C pode induzir a redução significativa dos níveis de LDL-c e TG, no entanto, as pesquisas avaliadas não demonstraram eficácia da suplementação dessa

vitamina no aumento do HDL-c, que possui função cardioprotetora. Mesmo com os percentuais de redução do colesterol e triglicerídeo aparentemente baixos, estes já são suficientes para reduzir o risco de desenvolvimento de doenças coronarianas, segundo o “*The Atherosclerosis Risk in Communities Study*” (SHARRETT et al., 2001). Este fato exemplifica a ação antioxidante da vitamina C no plasma humano, reforçando seu importante papel contra a peroxidação lipídica (MCRAE, 2008).

2.2.2 Flavonóides

Entre a vasta gama de substâncias alimentares de ação antioxidante, encontram-se também os compostos fenólicos vegetais, conhecidos como fitoquímicos. Esses compostos estão envolvidos no sistema de proteção e resistência dos vegetais a patógenos e ao desenvolvimento de morbidades botânicas (KUO, 1997; PAHO, 2005). Mais de 4000 compostos fenólicos já foram descobertos até hoje e esse número tende a aumentar. Por essa razão, tem-se investigado nos últimos anos os benefícios que podem ocasionar à saúde humana, sendo descoberto seu importante papel na prevenção de inúmeras doenças, particularmente DCV e alguns tipos de câncer, o que se deve a sua ação antioxidante (PAHO, 2005).

Os compostos fenólicos estão divididos em vários grupos, de acordo com suas fontes e suas funções, incluindo flavonóides, fitoestrógenos, fitoesteróis e carotenóides. Os flavonóides integram o grupo mais estudado atualmente e incluem cerca de 1500 princípios ativos diferentes (PAHO, 2005). Estão divididos nos subgrupos flavonas, isoflavonas, flavononas, flavonóis, catequinas e antocianidinas (ROSS; KASUM, 2002). Podem ser encontrados na grande maioria dos alimentos e bebidas de origem vegetal, mas sua concentração irá depender da maturidade e da variedade da planta e também do tipo e do grau de processamento do alimento. As principais fontes de flavonóides da dieta humana

incluem frutas e sucos de frutas como uva, morango, maçã, tomate, cacau, melão, melancia e manga; hortaliças e verduras como brócolis, couveflor, repolho, cenoura e espinafre; grãos e cereais como soja, aveia, arroz integral e trigo integral; temperos aromáticos como pimentas, orégano, hortelã, gengibre, alho, cebola, alecrim, manjeriço, coentro e salsa; a grande maioria dos chás, principalmente o chá verde, e os vinhos (ROSS; KASUM, 2002; PAHO, 2005). Não existem, até o momento, valores de ingestão diária de flavonóides recomendados para humanos. A Organização Panamericana de Saúde (OPAS) (PAHO, 2005) recomenda que sejam consumidas diariamente porções variadas de frutas e verduras a fim de se ingerir a maior quantidade dos diversos tipos de compostos fenólicos alimentares.

Poucos estudos têm investigado a absorção, metabolização e biodisponibilidade dos flavonóides no trato gastrointestinal humano. Hollman (2004), em sua revisão bibliográfica sobre o assunto, refere que estes compostos necessitam serem inicialmente libertados dos alimentos em pequenas partículas pela mastigação, em seguida sofrerem ação dos ácidos digestivos e metabolização pela microbiota intestinal para somente então serem absorvidos na luz intestinal. Sua biodisponibilidade depende, em grande parte, da subclasse a qual pertencem e da dose ingerida, podendo variar de 13 a 100%, e alcançar o pico de concentração no sangue entre 30 minutos e nove horas, no caso dos flavonóis. O autor também relata que o percentual de absorção dos flavonóides e sua excreção residual não foram ainda determinados com clareza na literatura. Quando ingeridos na dieta, um percentual é absorvido e metabolizado por enzimas específicas ao longo do intestino delgado e o restante é encaminhado ao cólon para excreção, juntamente com a porção residual de flavonóides da bile. Após a absorção intestinal, circulam na forma conjugada pelo plasma até alcançarem o fígado, onde sofrem processo de biotransformação enzimática para serem então distribuídos aos demais tecidos. Os rins também exercem

papel na biotransformação dos flavonóides, sendo que uma pequena fração de seus metabólitos (0,1 a 3,6%) é excretada na urina.

Inúmeros benefícios já foram descobertos acerca destes compostos na saúde humana, já tendo sido comprovada sua eficiência contra toxinas no fígado, diferentes tipos de tumores, alergias e infecções virais, inclusive contra a replicação do vírus HIV. Além disso, os flavonóides são capazes de potencializar o efeito antioxidante do ácido ascórbico e de resguardar os endotélios contra o ataque de radicais de oxigênio, o que confere proteção contra DCV (PAHO, 2005) e doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson (PANDEY; RIZVI, 2009; KRATCHANOVA et al., 2010).

Entre as diversas variedades dos flavonóides, a quercetina, pertencente ao subgrupo dos flavonóis, é o composto encontrado em maior quantidade e frequência nas plantas e também o mais bem estudado e documentado (ROSS; KASUM, 2002; HOLLMAN, 2004). Pesquisas *in vitro* têm demonstrado que a quercetina por si só apresenta todas as propriedades atribuídas aos flavonóides e ainda esta positivamente associada à prevenção da oxidação das partículas de LDL-colesterol (LDL-c), tornando-a uma importante aliada no combate ao surgimento da aterosclerose. Além do mais, resultados de estudos epidemiológicos tendem a associar o consumo de quercetina com a diminuição do risco de DCV e diminuição do risco de diabetes mellitus tipo 2 (HOLLMAN et al., 1997; KNEKT et al., 2002).

Estudos de intervenção e ensaios clínicos têm demonstrado associação inversa entre o consumo de quercetina e o risco de desenvolvimento de DCNT (BOOTS et al., 2008; LOKE et al., 2008; JEONG et al., 2009). Egert et al. (2009) conduziram na Alemanha um estudo de intervenção duplo-cego e placebo-controlado, com o objetivo de investigar os efeitos da suplementação de quercetina sobre fatores de risco cardiovascular. Foram acompanhados 93 voluntários de ambos os sexos, com idades entre 25 e 65 anos, medidas

de IMC entre 25 e 35 kg/m² e diagnóstico de síndrome metabólica [circunferência da cintura acima 94 cm para homens e 80 cm para mulheres, triglicerídeos acima de 1500 mg/L e/ou proteína C reativa (PCR) acima de 2 mg/L]. Os participantes foram randomizados em dois grupos e acompanhados durante 17 semanas, com intervalo de 35 dias após as primeiras seis semanas iniciais, para que fosse estabelecido um *cross-over*. O grupo intervenção (GI) recebeu cápsulas contendo 25 mg de quercetina e o grupo controle (GC) recebeu cápsulas de placebo. Todos os indivíduos foram instruídos a ingerir seis cápsulas diárias (duas cápsulas por vez, juntamente com as principais refeições), num total de 150 mg/dia de quercetina. Esse valor foi estimado para atingir 15 vezes a ingestão diária estimada de quercetina consumida pela população alemã (aproximadamente 10 mg ao dia), sendo ainda considerado como uma suplementação e não como doses farmacológicas. Foram coletados dados antropométricos, de composição corporal, ingestão alimentar, pressão arterial e amostras de sangue para análises bioquímicas de glicose, ácido úrico, perfil lipídico, *TNF- α* , PCR ultrasensível (PCRus) e capacidade antioxidante do plasma (EGERT et al., 2009).

A concentração de quercetina no plasma chegou a 349% durante o consumo das cápsulas no GI, não havendo variação no GC. Durante as cinco semanas de intervalo, as concentrações de quercetina no plasma voltaram aos valores normais. Ao final da intervenção, não foram registradas alterações em relação ao colesterol total, triglicerídeos, glicose, ácido úrico e PCRus. No entanto, os níveis de *TNF- α* , LDL-colesterol (LDL-c) e HDL-colesterol (HDL-c) sofreram redução significativa. As medidas de pressão arterial diminuíram significativamente somente no GI, onde foi observada uma queda entre 2,6 e 3,7 mmHg (EGERT et al., 2009).

Segundo Egert, et al. (2009), a suplementação dietética com quercetina pode ser capaz de diminuir o risco de aterosclerose através da diminuição da oxidação de LDL-c e

da diminuição da pressão arterial em adultos jovens e de meia-idade. A idade seria um importante fator na eficiência de ação da quercetina devido ao fato de que, em faixas etárias mais jovens, a resistência periférica das artérias, que causa o aumento da pressão arterial, é menor, o que contribui para maior eficiência da ação dos nutrientes alimentares. Já em idades mais adiantadas, os processos vasculares patológicos encontram-se mais avançados, o que dificulta o potencial benéfico dos compostos alimentares.

Ao contrário dos ensaios clínicos, pesquisas de coorte não têm encontrado associação entre a quercetina e a proteção contra o risco de doenças crônicas (JACOB et al., 2003; SONG et al., 2005; SHANELY et al., 2010). Wang et al. (2009) acompanharam uma coorte de 38.408 mulheres norte americanas com idade superior a 45 anos durante 11,5 anos. Destas, 3.234 foram diagnosticadas com câncer e seus hábitos alimentares foram relacionados ao surgimento da doença. As participantes responderam a um questionário de frequência alimentar (QFA) elaborado para o estudo, onde continham questões sobre o consumo habitual de alimentos fontes de flavonóis (quercetina, kampferol e miricetina) e flavonas (apigenina e luteolina). Foi determinado o risco relativo (RR) da associação entre o consumo de alimentos fontes de flavonóides e o desenvolvimento de câncer, onde valores menores que 1,00 indicam proteção e maiores que 1,00 indicam risco.

A média de consumo diário de flavonóides totais variou entre 8,8 e 47,4 mg. Dentre os cinco tipos de flavonóides estudados, a quercetina foi o maior contribuinte na dieta, com uma média de ingestão entre 6,5 e 32,8 mg/dia. As participantes que relataram maior consumo de flavonóides eram mais velhas, com baixo ou nenhum consumo de tabaco e álcool e a maioria delas apresentava-se no período de pós-menopausa e fazendo uso de reposição hormonal. Quando relacionado o consumo de flavonóides com o desenvolvimento de câncer, a média do RR encontrada permaneceu em torno de 1,00, podendo variar de 0,94 para consumo de quercetina até 1,07 para o consumo de luteolina.

As tendências apresentadas se mantiveram, mesmo quando comparadas as mulheres que alegaram alto consumo de alimentos fontes de flavonóides com aquelas que relataram baixo consumo (WANG et al., 2009).

Os pesquisadores concluíram que nesse acompanhamento não houve nenhuma associação entre o consumo de flavonóides e o desenvolvimento de câncer, mesmo entre as mulheres que relataram um maior consumo diário desses compostos. Os autores ainda ressaltam que os potenciais benefícios apresentados pelos flavonóides, tanto em estudos *in vitro* quanto em experimentais, poderão não ser efetivos na redução real do risco de câncer quando inseridos dentro do padrão dietético norte americano. Além disso, o QFA utilizado foi elaborado para estimar hábitos alimentares como um todo e não especificamente para o consumo de flavonóides, o que pode ter interferido nos resultados da pesquisa (WANG et al., 2009).

2.3 Camu-camu

Como já mencionado, diversas substâncias como os compostos fitoquímicos e as vitaminas, presentes na imensa maioria das plantas, possuem capacidade antioxidante que podem trazer benefícios à saúde humana. Dessa forma, uma dieta rica em vegetais, que apresente alta ingestão de frutas e hortaliças, poderá diminuir os riscos de desenvolvimento de doenças ocasionadas pelo estresse oxidativo (KNEKT, 2000; RIBOLI; NORAT, 2003; CARLSEN et al., 2010).

Na Finlândia, Ovaskainen et al. (2008) estimaram a média de consumo de antioxidantes na alimentação da população adulta do país, incluindo 44 compostos e entre eles, diferentes flavonóides. A média e desvio padrão da ingestão de fitoquímicos foi de

863 ± 415 mg/dia, sendo que os polifenóis, da qual faziam parte no estudo os flavonóides, foram responsáveis por 75% dessa média de ingestão. As frutas, os cereais e o café foram as principais fontes de fitoquímicos na dieta da população finlandesa.

Em um estudo norueguês, Carlsen et al. (2010) determinaram o teor total de antioxidantes presentes em mais de 3.000 alimentos consumidos ao redor do mundo, incluindo frutas, verduras, hortaliças, leguminosas, pimentas, grãos, sementes, amêndoas, ervas aromáticas, sucos de frutas, chás, cafés e vinhos. Os autores destacam que as pimentas, as ervas, as amêndoas e as frutas vermelhas são as principais fontes de antioxidantes na alimentação humana, sendo as frutas as melhores fontes de flavonóides.

No Brasil, poucos são os estudos que avaliam o consumo alimentar de micronutrientes (LEÃO; SANTOS, 2012). Pesquisa realizada em Viçosa/MG, em 2008, avaliou o consumo alimentar de idosos frequentadores do Programa Municipal da Terceira Idade utilizando recordatório de 24 horas e questionário de frequência alimentar. Foi encontrada inadequação de consumo em diversos nutrientes e entre eles, a vitamina C. A média de ingestão do ácido ascórbico foi de 78,4 mg/dia para homens e 85,1 mg/dia para mulheres. Apenas 40,5% dos idosos estudados apresentaram um consumo alimentar adequado de vitamina C. Os resultados desta pesquisa não são representativos da população brasileira, mas podem servir como um alerta para a questão da deficiência de consumo de vitaminas e minerais no país (ABREU et al., 2008).

Neste contexto, inúmeros frutos brasileiros representam grandes fontes de vitaminas e compostos antioxidantes (GONÇALVES et al., 2010). A família Myrtaceae compreende gêneros com tais características e seu potencial antioxidante tem sido investigado. A essa família pertencem frutos como mirtilo, goiaba, jabuticaba e araçá (REYNERTSON et al., 2008), e além desses, o camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh], um fruto pequeno, arredondado, de cor púrpura à arroxeadada (Figura 1). Embora

frutas como goiaba e jabuticaba sejam amplamente cultivadas e consumidas nas regiões sul e sudeste do Brasil, o camu-camu cresce somente na região amazônica, à beira de rios e lagos, e ainda é muito pouco conhecido nas demais regiões do país (YUYAMA et al., 2010).



FIGURA 1: Camu-camu (*Myrciaria dubia*) em seu ambiente natural.

O fruto tem sido foco de atenção em pesquisas de diversas áreas devido a seu grande conteúdo com potencial antioxidante (CHIRINOS et al., 2010). É considerado, até o momento, a maior fonte natural de ácido ascórbico, apresentando concentrações do nutriente que podem variar entre 2000 e 6500 mg, dependendo do estágio de maturação e do local de cultivo (RODRIGUES et al., 2001; YUYAMA et al., 2002). Além do ácido ascórbico, o camu-camu apresenta-se como ótima fonte de outros compostos antioxidantes, como polifenóis, antocianinas, flavanonas e flavonóis (CHIRINOS et al., 2010). Em estudo acerca do teor de antioxidantes do fruto, Villanueva-Tiburcio et al. (2010) concluíram que a casca do fruto é a porção que concentra maior quantidade de polifenóis totais, podendo alcançar até 7,7 mg/100g, o que representa valor de polifenóis maior do que a casca do tomate e da beterraba e do que o tomilho e o alecrim.

Em pesquisa realizada no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Yuyama et al. (2002) avaliaram o teor de ácido ascórbico em amostras de camu-camu

coletas na região leste do estado de Roraima, Brasil. Foram coletados frutos no estágio maduro, apresentando coloração vermelha intensa a arroxeada. O quantitativo de vitamina C presente na polpa (mesocarpo) e na casca (epicarpo) do fruto foi avaliado em triplicata pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Foram encontrados valores de ácido ascórbico que variaram, em média, de 5.737 a 6.112 mg/100g de fruto. Segundo os autores, o consumo de apenas um fruto de 50 g seria suficiente para ultrapassar em 200% os valores de recomendação de ingestão diária de vitamina C de um adulto.

Em estudo desenvolvido na região sudeste do Brasil, Zanatta et al. (2005) investigaram o teor de antocianinas de amostras de camu-camu cultivadas em duas regiões diferentes do estado de São Paulo, Iguape e Mirandópolis, em ambientes que reproduziam o habitat natural do fruto. Para as análises foram utilizados os métodos CLAE, para detecção do teor de antocianinas e ressonância magnética nuclear (NMR), para confirmação dos resultados. A média e desvio padrão de antocianinas encontrada nas amostras da região de Iguape foi de $54,0 \pm 25,9$ mg/100g e nas amostras da região de Mirandópolis foi de $30,3 \pm 6,8$ mg/100g, não havendo diferenças significativas, devido às grandes variações no teor máximo e mínimo do antioxidante apresentado pelo fruto da primeira região. Segundo os autores, esses teores podem ser considerados baixos em relação à concentração de antioxidantes totais do fruto, já que as porções de “antioxidante não-antocianina” no fruto se mostraram mais elevadas.

Além de seu potencial antioxidante *in vitro*, o fruto tem-se mostrado eficiente também *in vivo*, como foi demonstrado em um ensaio de campo randomizado produzido no Japão (INOUE et al., 2008). Neste estudo, foram avaliados 20 voluntários do sexo masculino, de meia-idade, eutróficos e fumantes. A amostra foi dividida em dois grupos, um recebendo suco concentrado de camu-camu (100% de extrato natural do fruto) e outro recebendo cápsulas farmacológicas de vitamina C, ambos os grupos ingerindo o

equivalente a 1050 mg da vitamina ao dia, durante sete dias. O tabagismo foi considerado critério de inclusão por causar maior estresse metabólico ao organismo. Entretanto, nenhum dos participantes possuía história prévia ou história familiar de diabetes, doenças cerebrovasculares e DCV. Foram coletadas amostras de sangue e urina para verificação da capacidade antioxidante do fruto no organismo humano. O material sanguíneo foi coletado antes da intervenção e após sete e 30 dias do seu término. As análises bioquímicas realizadas foram: espécies reativas de oxigênio (ERO), interleucinas (IL), PCRus, *TNF- α* e γ -interferon.

Ao final da pesquisa, foi observado que os participantes do grupo que receberam extrato de camu-camu tiveram uma queda significativa nos valores de PCRus, IL-6, IL-8 e ERO após o sétimo dia de intervenção, voltando aos valores de base após 30 dias (com exceção aos valores de IL-6, que permaneceram um pouco elevados mesmo após 30 dias). No grupo que recebeu vitamina C sintética, entretanto, não foram observadas alterações após a intervenção. Mesmo recebendo doses de vitamina C equivalentes, os participantes do grupo que recebeu suco de camu-camu apresentaram melhores resultados do que aqueles que receberam somente vitamina C. Segundo os autores, esse fato pode ser explicado pela presença de outras substâncias antioxidantes no fruto, como flavonóides e antocianinas. Com este estudo, fica evidente o potencial benéfico do camu-camu à saúde humana, principalmente na prevenção de doenças originárias de estresse oxidativo, devido à presença de importantes substâncias antioxidantes no fruto.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral:

Avaliar o efeito do camu-camu liofilizado sobre a glicemia e o perfil lipídico de adultos jovens.

3.2 Específicos:

3.2.1 Liofilizar e encapsular a polpa de camu-camu;

3.2.2 Avaliar a composição química da polpa de camu-camu liofilizada;

3.2.3 Avaliar o teor de ácido ascórbico e flavonóides da polpa de camu-camu liofilizada;

3.2.4 Avaliar o efeito das cápsulas de camu-camu sobre o perfil lipídico e a glicemia de adultos jovens.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Modelo de estudo

O presente estudo teve como modelo um protocolo experimental de intervenção, do tipo ensaio clínico controlado, não randomizado e duplo-cego, para avaliação do efeito hipoglicemiante e hipolipidêmico do camu-camu liofilizado na saúde de adultos jovens. O fluxograma dos procedimentos está apresentado na Figura 2.

4.2 Informações éticas

O projeto de pesquisa foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) obtendo aprovação e liberação de sua execução mediante os consensos éticos da pesquisa com seres humanos, sob protocolo número 0061.0.115.000-11.

Todos os participantes eram maiores de idade e concordaram voluntariamente em participar da pesquisa mediante assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE - Apêndice 1), contendo todas as informações pertinentes à intervenção realizada.

4.3 População de estudo

Foram convidados a participar do estudo, alunos dos cursos da área da saúde da Faculdade Metropolitana de Manaus (FAMETRO) e alunos dos cursos de pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

4.4 Critérios de elegibilidade

Para fazer parte da amostra pesquisada, foram considerados como critérios de inclusão: aceitação da participação no estudo mediante assinatura do TCLE; idade entre 19 e 35 anos; origem étnica não indígena; ausência de gestação e lactação; ausência de tabagismo e etilismo; ausência de uso de medicamentos (exceto anticoncepcional); ausência de uso de suplementos alimentares; ausência de doenças crônicas; Índice de Massa Corporal (IMC) entre 18,5 e 29,9 kg/m², perfil lipídico normal segundo os critérios da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2007) (colesterol total \leq 200 mg/dL, LDL-colesterol \leq 160 mg/dL, HDL-colesterol \geq 50 mg/dL para mulheres e 40 mg/dL para homens e triglicerídeos \leq 150 mg/dL), glicemia de jejum normal segundo os critérios da OMS (WHO, 2006) (glicemia de jejum $<$ 100 mg/dL) e ausência de participação em programas de reeducação alimentar e/ou perda de peso.

Como critérios de exclusão foram considerados: recusa em participar do estudo; idade inferior a 19 anos e superior a 35; etnia de origem indígena; tabagismo; etilismo; gestação; lactação; uso regular de medicamentos (exceto anticoncepcional); uso regular de suplementos alimentares; diagnóstico médico ou laboratorial de doenças crônicas; IMC inferior a 18,5 kg/m² ou superior a 30 kg/m², perfil lipídico alterado segundo os critérios da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2007) (colesterol total \geq 200 mg/dL, LDL-colesterol \geq 160 mg/dL, HDL-colesterol \leq 50 mg/dL para mulheres e 40 mg/dL para homens e triglicerídeos \geq 150 mg/dL), glicemia de jejum alterada segundo os critérios da OMS (WHO, 2006) (glicemia de jejum \geq 100 mg/dL) e participação em programas de reeducação alimentar e/ou perda de peso.

Foram considerados como perdas aqueles indivíduos que se recusaram a participar da pesquisa e aqueles que desistiram de participar, mesmo após assinado o TCLE.

4.5 Fluxograma de procedimentos

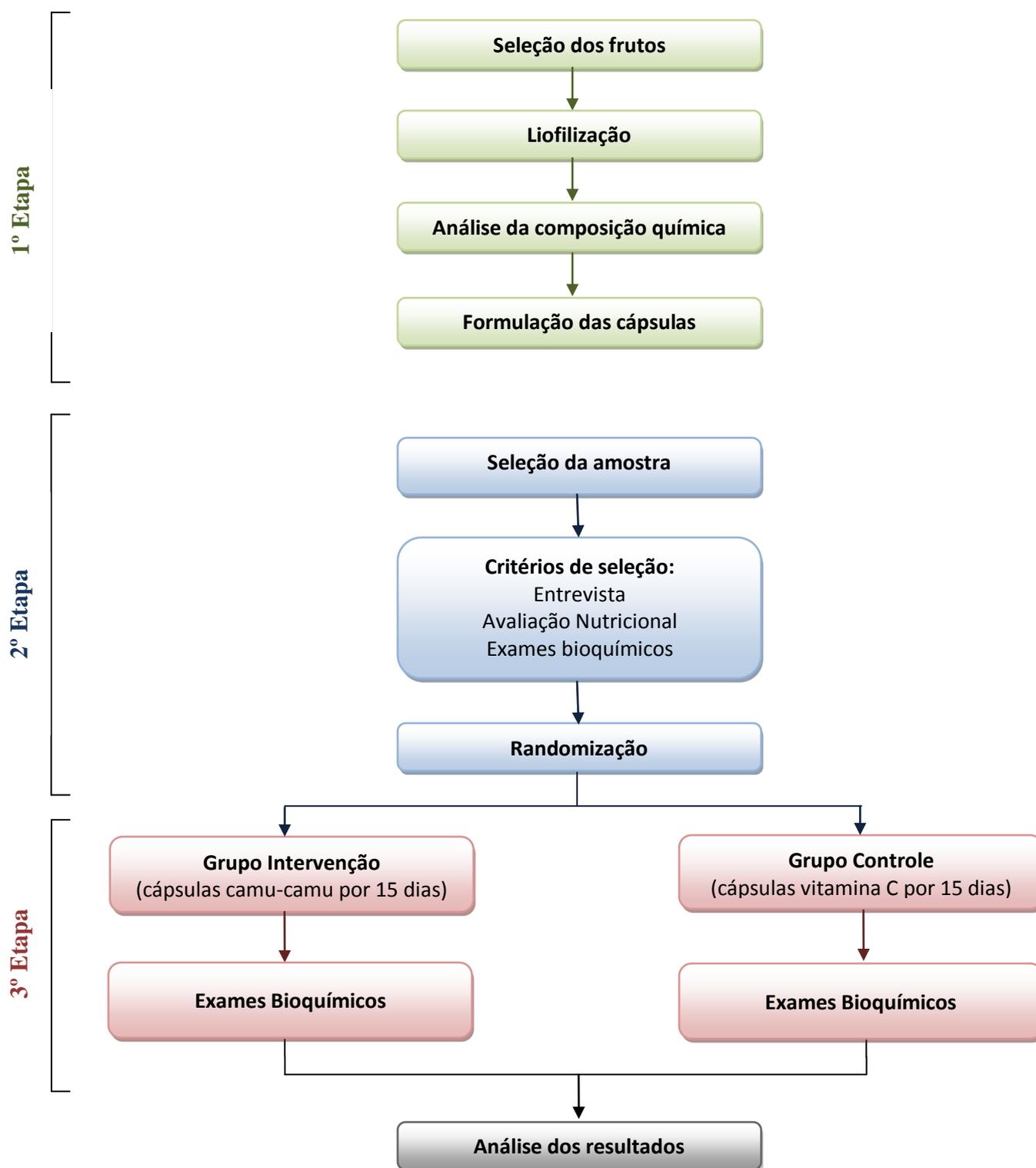


FIGURA 2: Fluxograma das etapas realizadas no estudo. Formulação das cápsulas, seleção da amostra e intervenção.

4.6 Descrição dos procedimentos

4.6.1 Formulação das cápsulas

Origem e seleção dos frutos

O camu-camu foi obtido no estágio de maturação comercial, na Fazenda Yuricam, localizada no km 100 da rodovia AM-010, no município de Rio Preto da Eva-AM. Os frutos foram coletados manualmente e após, devidamente acondicionados em embalagens plásticas estéreis e transportados até o Laboratório de Alimentos e Nutrição (LAN) da Coordenação de Sociedade, Ambiente e Saúde (CSAS) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) para serem processados. Neste local, foram selecionados quanto a sua sanidade, sendo descartados frutos que sofreram injúrias e que se apresentavam em grau de maturação avançado. Após, foram lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito de sódio (10%) durante 30 minutos e novamente lavados em água corrente. A despolpa foi realizada em despoldadeira automática de aço inox (malha de 1,5 mm, marca Itametal). A polpa extraída foi acondicionada em bandejas de inox e congelada a temperatura de -80°C, sendo em seguida levada ao liofilizador (marca Edwards, modelo E2M8) para obtenção do pó da polpa de camu-camu, que foi utilizado na confecção das cápsulas.

Análise da composição química do camu-camu liofilizado

O material liofilizado foi submetido à análise de composição centesimal em triplicata de acordo com as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), que segue a metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists. Foram

analisados os quantitativos de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, minerais e fibras alimentares (solúveis e insolúveis).

O teor de umidade foi obtido pelo método de perda por dessecação, onde foram pesadas 2 g de amostra da polpa de camu-camu liofilizada e levadas para a secagem direta em estufa a 105°C, até obtenção do peso constante.

O total de cinzas foi realizado pelo método de incineração em mufla a 550°C até peso constante.

Os lipídios foram analisados por extração direta em Soxhlet, para tanto foram utilizadas 2 g de amostra das quais os lipídios foram extraídos utilizando-se éter, que foi em seguida destilado e o resíduo extraído levado à estufa, a 105°C, até observação do peso constante.

As proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl clássico, utilizando-se 1 g de amostra que foi digerida com auxílio de ácido sulfúrico e mistura catalítica. A amostra digerida foi destilada juntamente com solução de hidróxido de sódio (30%) e titulada com auxílio de vermelho de metila. O quantitativo proteico foi calculado utilizando-se o fator empírico 6,25.

Para a análise das fibras totais, solúveis e insolúveis utilizou-se o método enzimático-gravimétrico, indicado por ASP et al. (1983). O quantitativo de fibras totais foi obtido por digestão, utilizando-se tratamento enzimático com α -amilase termorresistente, protease, ácido clorídrico e amiloglicosidase. Para a separação das fibras solúveis e insolúveis, a solução de fibras totais foi filtrada em lã de vidro, sendo que a porção insolúvel permaneceu retida na lã e a porção solúvel ultrapassou-a juntamente com a solução.

Os minerais Ca, Na, K, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu foram avaliados por espectrometria de absorção atômica (espectrofotômetro marca Spectra AA, modelo 220 FS). A amostra foi

primeiramente digerida em via seca, utilizando-se bico de Bünsen e mufla a 550°C. Os reagentes padrões utilizados foram adquiridos da empresa Merck.

Os carboidratos foram encontrados pelo cálculo da diferença. O valor calórico total foi calculado a partir da soma das calorias correspondentes para proteínas, lipídios e carboidratos, os quais fornecem 4, 9 e 4 kcal/g respectivamente (SHILLS et al., 2009).

A quantificação do teor de flavonóides totais foi realizada em triplicata por espectrofotometria de absorção atômica (espectrofotômetro marca Spectra AA, modelo 220 FS), conforme método proposto por Lee e Francis (1972). A amostra é diluída em mistura de etanol e ácido clorídrico, filtrada e estocada ao abrigo da luz por uma noite. É então realizada a leitura da solução por espectrofotometria com absorvância de 374 nm.

A análise do quantitativo de vitamina C foi realizada em triplicata pelo método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) da Universidade de São Paulo (USP), utilizando as recomendações de Maeda et al. (1989).

Foi também determinado o pH em triplicata do material após liofilização, utilizando-se potenciômetro digital (marca Micronal modelo B474).

Preparação e distribuição das cápsulas

Para confecção das cápsulas de camu-camu utilizou-se o pó de camu-camu obtido por meio de liofilização da polpa do fruto *in natura* e para as cápsulas de vitamina C, utilizou-se ácido ascórbico sintético da marca Biotech, com 99,7% de pureza. Após a elaboração, as cápsulas foram esterilizadas em luz ultravioleta durante 15 minutos e embaladas em sacos plásticos estéreis de cor escura, para preservação da estabilidade dos pigmentos fotossensíveis do fruto. As embalagens foram devidamente identificadas de acordo com o conteúdo das cápsulas (camu-camu ou vitamina C sintética) e

acondicionadas em freezer, sob temperatura média de -18°C, por um prazo máximo de sete dias até o momento de sua distribuição aos participantes da intervenção, que ocorreu nas dependências do LAN, no INPA.

4.6.2 Intervenção

Grupos de estudo

Após a seleção da amostra, os indivíduos foram distribuídos em dois grupos para que tivesse início a intervenção, que ocorreu durante 15 dias. O primeiro grupo, grupo intervenção (GI) recebeu cápsulas contendo camu-camu liofilizado e o segundo grupo, grupo controle (GC), recebeu cápsulas contendo somente vitamina C. Ambos os grupos ingeriram, diariamente, 320 mg de vitamina C.

Casuística

Ao início da intervenção aplicou-se um questionário (Apêndice 2) contendo perguntas pertinentes aos critérios de elegibilidade da amostra e foi então procedida a avaliação nutricional por meio de coleta de medidas antropométricas e de composição corporal. Também foi colhida uma amostra de 5 ml de sangue para análise do perfil lipídico e glicemia de jejum. Ao final da intervenção foi colhida nova amostra de sangue.

Avaliação antropométrica e de composição corporal

Para a avaliação nutricional por meio de antropometria, foram tomadas medidas de peso e altura segundo as recomendações da OMS (WHO, 1995), utilizando-se balança digital da marca InBody, modelo R20, com capacidade para até 150 kg e precisão de 100 g e estadiômetro artesanal de madeira, com escala máxima de 200 cm e precisão de 0,1 cm.

Os materiais foram acomodados em local firme e plano e as medidas coletadas estando o indivíduo ereto, descalço e portando o mínimo de roupas e objetos possível. Para a verificação da estatura foi assegurado também que o indivíduo permanecesse com a cabeça posicionada de modo a formar um ângulo de 90° com a linha do horizonte.

A avaliação da composição corporal foi realizada utilizando-se aparelho de bioimpedância elétrica da marca In Body, modelo R20, que mede o índice de massa gorda e de massa magra por meio de uma corrente elétrica de baixa intensidade. Para a coleta de dados o indivíduo observou jejum mínimo de quatro horas e posicionou-se ereto, com os pés descalços e segurando com ambas as mãos o bastão de corrente elétrica do aparelho, estando este posicionado em local plano e firme. Com os índices gerados pela bioimpedância elétrica foi possível estimar os percentuais de massa gorda e massa magra de cada participante da pesquisa e classificá-los de acordo com os valores preconizados para adultos pelo *National Health and Nutrition Examination Survey III* (NHANES III) (CDC, 2000).

A classificação do estado nutricional foi realizada pelo cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC), que utiliza o peso em quilos dos indivíduos e o quadrado de sua altura em metros, sendo expresso em Kg/m². Os pontos de corte utilizados para atribuição da classificação do estado nutricional foram os estipulados pela OMS (WHO, 1995), que preconiza como normais ou eutróficos os indivíduos que possuam IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m², com baixo peso os indivíduos com IMC igual ou inferior a 18,4 kg/m², com sobrepeso aqueles com IMC entre 25 e 29,9 Kg/m² e com obesidade aqueles com IMC superior a 30 kg/m².

Avaliação bioquímica do sangue

As coletas de sangue para verificação do perfil lipídico e glicemia de jejum dos participantes foram efetuadas via punção venosa em um dos braços do indivíduo, estando este sentado, utilizando torniquete e em jejum de pelo menos oito horas. Foram coletados 5 ml de sangue por meio de seringa estéril descartável e o procedimento foi realizado por um profissional treinado (biomédico). Foram avaliados os níveis iniciais (antes da intervenção) e finais (após a intervenção) de glicemia de jejum, colesterol total (CT), LDL-colesterol (LDL-c), HDL-colesterol (HDL-c) e triglicerídeos (TG), em aparelho da marca Mindray, modelo BS-120, utilizando kits de reagentes da marca Dialab.

4.7 Armazenamento das informações e análise dos dados

Todos os dados coletados foram preenchidos manualmente no questionário do estudo pela própria pesquisadora, no momento da coleta. Os questionários foram identificados pelo nome do participante e por um código numérico a ele atribuído. Além dos questionários impressos, todas as informações coletadas foram armazenadas em planilhas do Microsoft Excel.

Foi considerado como desfecho as variações nos níveis séricos de glicemia, CT, HDL-c, LDL-c e TG após a intervenção. Os resultados foram analisados por protocolo de intervenção (todos os participantes do estudo). Foi procedida análise descritiva da amostra e verificação da diferença entre as médias de todos os desfechos por meio do Teste t de Student, com nível de confiança de 95% e probabilidade de 5% ($p < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico Instat, versão 3.0.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos no presente trabalho estão apresentados em dois capítulos distintos, sob a forma de artigos, que foram submetidos à publicação em periódicos científicos.

Capítulo I: “Composição centesimal e teor de minerais, vitamina C e flavonóides da polpa de camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] em pó.”

Capítulo II: “Ação das cápsulas de camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] sobre a glicemia e o perfil lipídico de adultos jovens.”

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E TEOR DE MINERAIS, VITAMINA C E FLAVONÓIDES DA POLPA DE CAMU-CAMU [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] EM PÓ.

RESUMO

O camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] é um fruto originário da região amazônica, considerado a maior fonte natural de vitamina C e possui também significativo teor de flavonóides. Devido ao crescente avanço das doenças crônicas não-transmissíveis em todo o mundo, cresce o interesse acerca de alimentos com propriedades funcionais, que podem reduzir o risco de incidência dessas doenças. O objetivo deste estudo foi determinar a composição centesimal e o teor de vitamina C, flavonóides totais e quercetina da polpa de camu-camu liofilizada. O camu-camu foi coletado manualmente no estágio de maturação comercial e sua polpa extraída, liofilizada e submetida à análise da composição centesimal (cinzas, proteínas, carboidratos, lipídios e fibras) e do teor de minerais, vitamina C e flavonóides. A polpa de camu-camu liofilizada apresentou-se como um pó homogêneo e de cor rósea, com grande concentração de vitamina C (20,31 g/100 g) e rico flavonoides (12,89 mg), carboidratos (47 g), ferro (2,23 mg), cobre (0,84 mg), magnésio (1,29 mg) e fibras alimentares (19,23 g). O processo de liofilização do camu-camu mostrou-se como uma maneira alternativa e eficiente de preservar o fruto, mantendo seus teores de macronutrientes e vitamina C. Conclui-se que o pó da polpa de camu-camu pode ser considerado um alimento altamente nutritivo e com grande potencial no mercado de alimentos funcionais.

Palavras-chave: alimentos funcionais, ácido ascórbico, liofilização.

CHEMICAL COMPOSITION AND CONTENT OF MINERALS, VITAMIN C, AND FLAVONOIDS IN THE LYOPHILIZED CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*) PULP

ABSTRACT

The camu-camu (*Myrciaria dubia* [Kunth] McVaugh) is an Amazon fruit that is considered the major vitamin C natural source and also has significant content of flavonoids. Due to the increased incidence of chronic non-communicable diseases in the world, there is a growing interest about foods which have functional properties, that can reduce the risk of developing these diseases. The aim of this study was to determine the chemical composition and content of vitamin C, flavonoids and quercetin in lyophilized camu-camu pulp. The camu-camu were manually collected at the stage of commercial maturity. The pulp were extracted, lyophilized and measure protein, carbohydrate, lipids and fiber, minerals, vitamin C and flavonoids contents. Lyophilized camu-camu pulp appeared as a pink and homogeneous powder, with high concentrations of vitamin C (20.31 g), flavonoids (12.89 mg), carbohydrate (47 g), iron (2.23 mg), copper (0.84 mg), manganese (1.29 mg), and dietary fiber (19.23 g). Camu-camu lyophilization process has proved to be an alternative and efficient way to preserve the fruit, keeping their macronutrient and vitamin C contents. Therefore, the camu-camu pulp dust can be considered a highly nutritious food with great potential in functional food market.

Keywords: functional food, ascorbic acid, lyophilization.

INTRODUÇÃO

A região amazônica é detentora de uma grande biodiversidade, que não encontra paralelo. Dentre suas inúmeras espécies frutíferas com potencial econômico e nutricional, destaca-se o camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh], um fruto pertencente à família Myrtaceae, de forma esférica, com 2 a 2,5 cm de diâmetro, casca fina, lisa e brilhante e de cor vermelha (no estágio de maturação comercial) à púrpura (no estágio de senescência) (UEDA et al., 2004; YUYAMA et al., 2010).

O fruto é cultivado naturalmente às margens de rios e lagos da região amazônica e ainda é pouco conhecido nas demais regiões do Brasil (YUYAMA et al., 2010), o que envida novas pesquisas utilizando produtos da biodiversidade amazônica. O camu-camu é considerado, até o momento, o fruto com maior teor natural de vitamina C, cuja variação oscila entre 2.000 e 6.500 mg em 100 g de parte comestível, dependendo do estágio de maturação e do local de cultivo (RODRIGUES et al., 2001; YUYAMA et al., 2002). Além da vitamina C, o fruto possui significativo teor de flavonóides, principalmente quercetina (UEDA et al., 2004; REYNERTSON et al., 2008).

Também conhecida como ácido ascórbico em sua forma ativa, a vitamina C pertence ao grupo de vitaminas hidrossolúveis e desempenha papel essencial ao organismo humano. Está envolvida na síntese de colágeno, corticoesteróides e ácidos biliares, e atua como facilitador no processo de absorção do ferro na luz intestinal (ARANHA et al., 2000; CERQUEIRA et al., 2007). Além disso, a vitamina apresenta amplo potencial antioxidante, sendo capaz de neutralizar diferentes moléculas de radicais livres no plasma (ADAMS et al., 1999; BONI et al., 2010). Diversos estudos já demonstraram que sua ação antioxidante é capaz de diminuir os níveis séricos de lipídios (MCRAE, 2006). Sabe-se que a elevação do colesterol sanguíneo, principalmente o LDL-colesterol, está fortemente relacionada à

aterogênese, representando um grave fator de risco para o desenvolvimento de infarto e outros fenômenos tromboembólicos (SBC, 2007).

Assim como a vitamina C, os flavonóides têm sido apontados como nutrientes benéficos à saúde. Tratam-se de compostos fenólicos de origem vegetal aos quais também é atribuída ação antioxidante (DUTHIE et al., 2006; ERDMAN et al., 2007). Estudos epidemiológicos têm evidenciando que um alto consumo de frutas e verduras ricas em flavonóides está associado à redução do risco de eventos relacionados ao estresse oxidativo, como doenças cardíacas e câncer (DUTHIE et al., 2006; PINTO et al., 2007; CARLSEN et al., 2010).

Devido ao crescente avanço das doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) em todo o mundo (WHO, 2012), tem-se investigado o papel dos compostos antioxidantes presentes nas frutas e verduras como nutrientes aliados na prevenção de patologias como câncer e doenças cardiovasculares (BJELAKOVIC et al., 2009). Neste contexto, cresce o interesse acerca de alimentos com propriedades funcionais, como o camu-camu. Os alimentos funcionais são caracterizados por possuírem, além de suas características nutricionais, outros nutrientes que podem promover benefícios à saúde de quem os consome e/ou reduzir o risco de DCNT (FUFOSE, 1999).

Dessa forma, a cada ano, um número maior de pessoas vem procurando esse tipo de alimento, caracterizando um novo perfil de consumidores: aqueles interessados na promoção da saúde por meio da alimentação (MARINS et al., 2011). Assim, torna-se importante o desenvolvimento de novos produtos que mantenham a qualidade nutricional e, ao mesmo tempo, possam apresentar certa durabilidade, sem a necessidade de incorporação de grandes quantidades de aditivos conservadores que, segundo Polônio e Peres (2009), oferecem riscos à saúde como toxicidade, alergias e aumento do risco do desenvolvimento de neoplasias. Neste contexto, a liofilização apresenta-se como uma

alternativa para o processamento de alimentos funcionais, possuindo grande potencial de produção e utilização.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi determinar a composição centesimal e o teor de minerais, vitamina C e flavonóides da polpa de camu-camu liofilizada, apresentando-a como alternativa na confecção de alimentos funcionais e destacando o valor deste fruto em especial, que é ainda pouco explorado pelas indústrias do setor.

MATERIAIS E MÉTODOS

O camu-camu utilizado para as análises foi coletado manualmente no estágio de maturação comercial, na Fazenda Yuricam, localizada no km 100 da rodovia AM-010, no município de Rio Preto da Eva/AM. Os frutos foram devidamente acondicionados em embalagens plásticas estéreis e transportados até o Laboratório de Alimentos e Nutrição (LAN) da Coordenação de Sociedade, Ambiente e Saúde (CSAS) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), onde foram processados.

No processamento, realizaram-se as seguintes operações: seleção dos frutos, eliminando-se aqueles que apresentavam grau de maturação avançado; lavagem em água corrente potável; imersão em solução de hipoclorito de sódio (10%) por 30 minutos e enxágue em água corrente potável. A despolpa foi realizada em despolpadeira elétrica da marca Itametal (malha de 1,5 mm). A polpa extraída foi imediatamente acondicionada em bandejas de inox, congelada em freezer a -80°C e desidratada em liofilizador (marca Edwards, modelo E2M8). Todas as amostras liofilizadas foram homogeneizadas em liquidificador para se proceder as análises químicas.

As análises químicas do material liofilizado foram realizadas em triplicata, sendo caracterizado o teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e minerais (Ca, Na, K, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu) de acordo as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de umidade foi obtido pelo método de perda por dessecação, utilizando-se a secagem direta em estufa a 105°C. O total de cinzas foi avaliado por meio de incineração em mufla a 550°C. Os lipídios foram analisados por extração direta em Soxhlet. O total de proteínas foi avaliado pelo método de Kjeldahl clássico. O quantitativo de minerais foi obtido por espectrometria (espectrofotômetro marca Spectra AA, modelo 220 FS). O teor de fibras totais, solúveis e insolúveis foi analisado utilizando-se o método enzimático-gravimétrico. O total de carboidratos foi obtido pelo cálculo da diferença. O valor calórico total foi calculado a partir da soma das calorias correspondentes para proteínas, lipídios e carboidratos, os quais fornecem 4, 9 e 4 kcal/g respectivamente (SHILLS et al., 2009). Foi determinado também o pH em potenciômetro digital (marca Micronal, modelo B474).

A quantificação do teor de flavonóides totais foi realizada em triplicata por espectrofotometria (espectrofotômetro marca Shimadzu, modelo UV-VIS Spectrophotometer Mini 1240), conforme método proposto por Lee e Francis (1972). A avaliação do conteúdo de vitamina C foi realizada em triplicata pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) da Universidade de São Paulo, segundo metodologia proposta por Maeda et al. (1989).

Foi utilizado delineamento estatístico inteiramente descritivo para análise dos resultados, estabelecendo-se média e desvio padrão dos quantitativos químicos avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A polpa de camu-camu liofilizada apresentou-se como um pó homogêneo e de cor rósea, de baixo pH ($2,61 \pm 0,02$) e com alta concentração de vitamina C, condição esta acarretada pela perda de umidade característica do processo de liofilização. Observa-se que a polpa *in natura* possui alto teor de umidade ($93,45 \pm 0,05$ g/100 g) e praticamente o mesmo valor de pH ($2,64 \pm 0,01$), segundo estudos de Maeda et al. (2006).

Após a liofilização, o camu-camu apresentou 20.310 mg de vitamina C em 100 g (Tabela 1), valor de três a 10 vezes superior ao da polpa *in natura*, o que o torna uma excelente fonte desse nutriente. O camu-camu *in natura* apresenta concentração de vitamina C entre 2.000 e 6.500 mg/100 g, conteúdo que pode ser até sete vezes maior do que o da acerola (*Malpighia glabra L.*), fruto considerado grande fonte de ácido ascórbico e que possui em média 941,4 mg de vitamina em 100 g (TACO, 2011).

Tabela 1: Composição química da polpa de camu-camu liofilizada, INPA/AM, 2012, comparada à composição da polpa *in natura* analisada por Maeda et al. (2006).

Nutriente	Polpa liofilizada	Polpa <i>in natura</i>
Umidade (g/100 g)	$2,17 \pm 0,03$	$92,65 \pm 0,03$
Cinzas (g/100 g)	$3,67 \pm 0,21$	NA*
Proteínas (g/100 g)	$6,65 \pm 0,14$	$0,29 \pm 0,00$
Lipídios (g/100 g)	$0,98 \pm 0,07$	$0,05 \pm 0,01$
Carboidratos (g/100 g)	$47,00 \pm 0,00$	$4,47 \pm 0,03$
Fibra alimentar (g/100 g)	$19,23 \pm 0,02$	NA*
Flavonóides totais (mg/100 g)	$12,89 \pm 0,01$	$6,53 \pm 0,30$
Vitamina C (g/100 g)	$20,31 \pm 0,04$	$2,58 \pm 0,00$

*Não avaliado

A vitamina C, presente em grandes quantidades e de forma natural no camu-camu, é um potente antioxidante e está associada à proteção contra DCNT, apresentando resultados positivos na redução do colesterol LDL e do colesterol total em seres humanos (MCRAE, 2008). Seu consumo está também associado à prevenção do estresse oxidativo

celular envolvido nos processos de envelhecimento dos tecidos e desenvolvimento das DCNT (MANELA-AZULAY et al., 2003).

A concentração de flavonóides também apresentou valores significantes no camu-camu liofilizado e superiores aos valores encontrados por Maeda et al. (2006) na polpa em estado natural (Tabela 1). Em estudo acerca do potencial antioxidante de diversos frutos brasileiros, Gonçalves (2008) analisou o teor de compostos flavonóides no camu-camu *in natura*, encontrando a presença de quercetina e caempferol nas proporções de 42 ± 4 mg/100 g e $2,1 \pm 0,1$ mg/100 g, respectivamente, valores superiores ao encontrado no presente estudo. Divergências nos teores de nutrientes podem ocorrer naturalmente devido às diferenças de solo e de plantio.

O consumo regular de flavonóides, presentes em frutas e verduras frescas, pode apresentar ação benéfica ao organismo. Estes compostos são conhecidos e comumente investigados em pesquisas devido a sua ação antioxidante, protegendo principalmente contra o desenvolvimento e avanço de células tumorais e o surgimento de doenças como diabetes, asma, hipertensão, dislipidemias, entre outras, em papel semelhante ao da vitamina C (KNEKT et al., 2002; PANDEY; RIZVI, 2009).

O percentual de proteínas e lipídios no produto liofilizado mostrou-se baixo, mesmo em comparação aos teores presentes na polpa *in natura* (Tabela 1). Os carboidratos e as fibras, entretanto, sofreram uma maior concentração após o processo, tornando o produto uma boa fonte desses nutrientes. O total calórico (223,4 Kcal/100 g) mostrou-se elevado, o que se deve à contribuição majoritária de energia oriunda dos carboidratos, seguida de proteínas e contribuição ínfima de lipídios.

As fibras alimentares, quando consumidas em quantidades adequadas, promovem a regularidade do funcionamento intestinal, ajudando a prevenir neoplasias do trato gastrointestinal (MATOS; MARTINS, 2000). As fibras insolúveis promovem a aumento

do trânsito intestinal e do volume do bolo fecal e as fibras solúveis, além de promover melhora no funcionamento intestinal, atuam diminuindo a absorção enteral de colesterol (SBC, 2007) e glicose (MIRA et al., 2009), podendo auxiliar no tratamento das dislipidemias, doenças cardiovasculares (SBC, 2007) e diabetes (MIRA et al., 2009).

Tabela 2: Teor de minerais da polpa de camu-camu liofilizada, INPA/AM, 2012, comparada à média de valores encontrados na polpa *in natura* analisada por Yuyama et al. (2003).

Minerais	Polpa liofilizada	Polpa <i>in natura</i>
Sódio (mg/100 g)	Tr*	0,2 ± 0,01
Potássio (mg/100 g)	796,99 ± 43,94	94,70 ± 2,31
Cálcio (mg/100 g)	22,12 ± 2,54	8,36 ± 0,41
Magnésio (mg/100 g)	33,47 ± 1,30	NA**
Ferro (mg/100 g)	2,23 ± 0,12	0,44 ± 0,04
Zinco (mg/100 g)	1,26 ± 0,07	0,24 ± 0,01
Cobre (mg/100 g)	0,84 ± 0,03	NA**
Manganês (mg/100 g)	1,29 ± 0,08	NA**

*Traços ** Não avaliado

Além da concentração significativa de macronutrientes, destacam-se os teores dos micronutrientes ferro, cobre e manganês encontrados no produto, teores estes superiores aos encontrados na fruta *in natura* (Tabela 2) analisada por Yuyama et al. (2003). Como já mencionado, a desidratação ocasionada pelo processo de liofilização proporciona concentração dos teores de nutrientes, o que também ocorreu com os minerais presentes no produto. Em comparação às recomendações diárias de ingestão (RDA) (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000) de um adulto, o pó de camu-camu pode suprir 12% da RDA de ferro para mulheres e 28% desta para homens, 72% da RDA de manganês para mulheres e 56% para homens e 93% da recomendação de cobre para homens e mulheres. Não foi possível quantificar neste estudo o teor exato de sódio presente na amostra, já que o mineral apresentou valores inferiores ao mínimo detectado pelo método utilizado (espectrofotometria).

O ferro é um micronutriente essencial à saúde humana e sua deficiência pode causar anemia ferropriva, deficiências cognitivas em crianças e imunossupressão, o que pode ser ocasionado por dietas pobres em ferro (OMS, 2001). Além disso, o ferro presente nos vegetais é o do tipo não heme, ou seja, possui menor biodisponibilidade. Sabe-se que a vitamina C é capaz de aumentar a absorção do ferro, pois pode reduzir o ferro férrico (Fe^{+++}) a ferroso (Fe^{++}) na luz intestinal (MATEO; LAÍNEZ, 2000; NAIDU, 2003; LOUREIRO et al., 2002; CERQUEIRA et al., 2007). Dessa forma, o alto teor de vitamina C presente no pó de camu-camu pode auxiliar a melhor absorção do ferro do próprio produto, favorecendo sua biodisponibilidade.

Além das excelentes características nutricionais, o pó de camu-camu pode ter boa durabilidade e conservar seu teor de ácido ascórbico se acondicionado de maneira correta (sob refrigeração e protegido da luz). Tal característica demonstra outra vantagem da sua liofilização, pois viabiliza, por exemplo, o transporte do material a longas distâncias e sem perdas já que, por ser um fruto altamente perecível devido a sua elevada concentração de umidade, o camu-camu *in natura* pode apresentar alto grau de injúrias e perdas ao ser transportado. Segundo Oliveira et al. (2011), o processo de desidratação por liofilização constitui alternativa segura para conservar a vida útil de frutos altamente perecíveis, como é o caso do camu-camu, sem comprometer sua qualidade nutricional.

As características do camu-camu liofilizado apresentadas neste estudo demonstram seu potencial como alimento naturalmente funcional. O material liofilizado garante a possibilidade de ser empregado na formulação de novos produtos com características funcionais atribuídas ao teor nutricional do fruto, como por exemplo, iogurtes e mix de cereais. Devido ao avanço da incidência de DCNT nas últimas décadas, os consumidores ao redor do mundo têm demonstrado crescente interesse em alimentos que estejam associados à promoção da saúde (HASLER, 2000). Segundo Raud (2008), o mercado de

alimentos funcionais cresceu muito no Brasil e a população demonstra maior interesse em consumir alimentos benéficos à saúde do que os demais povos da América Latina, por exemplo, o que faz do Brasil um excelente mercado para novos produtos com tais características.

CONCLUSÃO

O processo de liofilização do camu-camu mostrou-se como uma maneira alternativa e eficiente de preservar o fruto, mantendo seus teores de macronutrientes, minerais, flavonóides e vitamina C. O pó produzido apresentou-se rico em fibras, principalmente as solúveis, e também em carboidratos, ferro, cobre, manganês, flavonóides e vitamina C, sendo esta última na proporção de 20,31 g para cada 100 g, valor que supera largamente os teores de ácido ascórbico contido nas demais frutas consideradas como fontes desse micronutriente.

Assim, conclui-se que a polpa de camu-camu liofilizada pode ser considerada um alimento altamente nutritivo, possuindo grande potencial no mercado alimentício por ser menos perecível que o fruto *in natura*, o que aumenta sua durabilidade e permite o transporte por maiores distâncias. O produto também pode enquadrar-se como alimento funcional, categoria preferida por consumidores que consideram o benefício à saúde como fator determinante de suas escolhas alimentares. Além disso, o fruto é uma espécie nativa da Amazônia e assim, como os demais frutos da região, faz despertar interesse de produção e consumo não só no mercado alimentício brasileiro, como também no mercado internacional.

REFERÊNCIAS

ADAMS, A. K.; WERMUTH, E. O. e MCBRIDE, P. E. Antioxidant Vitamins and the Prevention of Coronary Heart Disease. **Am. Fam. Physician.**, Wisconsin, v. 60, n.3, p. 895-902, 1999.

ARANHA, F. Q.; BARROS, Z. F.; MOURA, L. S. A.; GONÇALVES, M. C. R.; BARROS, J. C.; METRI, J. C. et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 89-97, 2000.

BJELAKOVIC, G.; NIKOLOVA, D.; GLUUD, L. L.; SIMONETTI, R. G. e GLUUD, C. Suplementos antioxidantes para la prevención de la mortalidad en participantes sanos y pacientes con diversas enfermedades (Revision Cochrane traducida). **Bibl. Cochrane Plus**, v. 2, 2009.

BONI, A.; PUGLIESE, C.; CLÁUDIO, C. C.; ATIN, P. R. V. e OLIVEIRA, F. L. C. Vitaminas antioxidantes e prevenção da arteriosclerose na infância. **Rev. Paul. Pediatr.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 373-80, 2010.

CARLSEN, M.H.; HALVORSEN, B.L.; HOLTE, K.; BOHN, S.K.; DRAGLAND, S.; SAMPSON, L. et al. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. **Nutr. J.**, Londres, v. 9, n. 3, p., 2010.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 441-9, 2007.

DUTHIE, S.; JENKINSON, A.; CROZIER, A.; MULLEN, W.; PIRIE, L.; KYLE, J. et al. The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and biomarkers relating to heart disease and cancer in healthy human volunteers. **Eur. J. Nutr.**, Berlin, v. 45, n. 2, p. 113-22, 2006.

ERDMAN, J.W.; BALENTINE, D.; ARAB, L.; BEECHER, G.; DWYER, J.T.; FOLTS, J. et al. Flavonoids and Heart Health: Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 137, n. 3, p. S718-S37, 2007.

FUFOSE - EUROPEAN COMMISSION CONCERTED ACTION ON FUNCTIONAL FOOD SCIENCE. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. **British J. Nutrition**, Londres, n. 81, p. S1-S27, 1999.

GONÇALVES, A. E. S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonóides e vitamina C.** 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HASLER, C. M. The changing face of functional foods **J. Am. Coll. Nutr.**, Detroit, v. 19, n. 5, p. S 499-506, 2000.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed., São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

INSTITUTE OF MEDICINE, NATIONAL ACADEMIES. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Minerals. Washington, 2000.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JÄRVINEN, R.; RISSANEN, H.; HELIÖVAARA, M.; REUNANEN, A. et al. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 76, n. 1, p. 560-8, 2002.

LEE, D. H. e FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hort. Science**, Pleasanton, v. 7, n. 1, p. 83-4, 1972.

LOUREIRO, A. P. M.; DI MASCIO, P.; MEDEIROS, M. H. G. Formação de adutos exocíclicos com bases de DNA: implicações em mutagênese e carcinogênese. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 777-93, 2002.

MATEO, R.J.N. e LAÍNEZ, M.G.L. Anemia do atleta (I): fisiopatologia do ferro. **Rev. Bras. Med. Esporte**, Niterói, v. 6, n. 3, p. 108-14, 2000.

MAEDA, Y.; YAMAMOTO, M.; OWADA, K.; SATO, S. e MASUI, T. Simultaneous liquid chromatographic determination of water-soluble vitamins, caffeine, and preservative in oral liquid tonics. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Gaithersburg, v. 72, n. 2, p. 244-7, 1989.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K.O. e CHAAR, J. M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 70-4, 2006.

MANELA-AZULAY, M.; FILGUEIRA, A. L.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; CUZZI, T.; PEREZ, M. A. Vitamina C. **An. Bras. Dermatol.**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, 2003.

MARINS, B. R.; ARAUJO, I. S. e JACOB, S. C. A propaganda de alimentos: orientação, ou apenas estímulo ao consumo? **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 9, p. 3873-82, 2011.

MATTOS, L. L. e MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-5, 2000.

MCRAE, M. P. The efficacy of vitamin C supplementation on reducing total serum cholesterol in Human subjects: a review and analysis of 51 experimental trials. **J. Chiropr. Med.**, Lombard, v. 5, n.1, p. 2-12, 2006.

MCRAE, M. P. Vitamin C supplementation lowers serum low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides: a meta-analysis of 13 randomized controlled trials. **J. Chiropr. Med.**, Lombard, v. 7, n. 1, p. 48-58, 2008.

MIRA, G. S.; GRAF, H. e CANDIDO, L. M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento do diabetes. **Braz. J. Pharm. Sci.**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 11-20, 2009.

OLIVEIRA, V.S.; AFONSO, M.R.A. e COSTA, J.M.C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 342-8, 2011.

PANDEY, K.B. e RIZVI, S.I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. . **Oxid. Med. Cell. Longev.**, New York, v.2, n. 5, p. 270-8, 2009.

PINTO, M.S.; LAJOLO, F. e GENOVESE, M. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Strawberry Jams. **Plant Foods Hum. Nutr.**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 127-31, 2007.

POLÔNIO, M. L. T. e PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 8, p. 1653-66, 2009.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar. Análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. **Rev. Sociol. Polit.**, Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, 2008.

REYNERTSON, K.A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M.J. e KENNELLY, E.J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chem.**, New York, v. 109, n. 4, p. 883-90, 2008.

RODRIGUES, R.B.; MENEZES, H.C.D.; CABRAL, L.M.C.; DORNIER, M. e REYNES, M. An Amazonian fruit with a high potential as a natural source of vitamin C: the camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Fruits**, Cambridge, v. 56, n. 5, p. 345-54, 2001.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol.**, Rio de Janeiro, v. 88, s. 1, 2007.

SHILLS, M. E.; SHIKE, M.; ROSS, A. C.; CABALLERO, B. e COUSINS, R. J. Nutrição Moderna na saúde e na doença. 10. edição. São Paulo: **Manole**, 2009, 2.222 p.

TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4. ed., Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

UEDA, H.; KUROIWA, E.; TACHIBANA, Y.; KAWANISHI, K.; AYALA, F. e MORIYASU, M. Aldose reductase inhibitors from the leaves of *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. **Phytomedicine**, Iquitos, v. 11, n. 7-8, p. 652-6, 2004.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Iron Deficiency Anaemia, assessment, prevention and control. A guide for programme managers. 2001. 114 p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health topics. Chronic diseases. Disponível em: <http://www.who.int/topics/chronic_diseases/en/> Acesso em 27 Abr 2012.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P.L. e YUYAMA, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 32, n. 1, p. 169-74, 2002.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, K.; LOPES, T.M.; FÁVARO, D.I.T.; BERGL, P.C.P. e VASCONCELLOS, M.B.A. Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 33, n. 4, p. 549-54, 2003.

YUYAMA, K.; YUYAMA, L.K.O.; VALENTE, J.P.; SILVA, A.C.D.; AGUIAR, J.P.L.; FLORES, W.B.C. et al. **Camu-camu**, Série Frutas Nativas. São Paulo: Funep, v.1. 2010, 50 p.

CAPÍTULO II

AÇÃO DAS CÁPSULAS DE CAMU-CAMU [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] SOBRE A GLICEMIA E O PERFIL LIPÍDICO DE ADULTOS JOVENS.

RESUMO

A elevação dos níveis de lipoproteínas plasmáticas, processo patológico conhecido como dislipidemia, é uma das principais causas desencadeantes da aterosclerose. Diversos estudos têm relacionado a ação antioxidante da vitamina C como eficiente na redução dos níveis de colesterol. O camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] é um fruto amazônico que apresenta altos teores de vitamina C. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de cápsulas de camu-camu sobre o perfil lipídico e a glicemia de adultos jovens por meio de um ensaio clínico controlado, duplo-cego. Foram avaliados, 18 voluntários de ambos os gêneros, com idades entre 21 e 35 anos. Os participantes foram divididos em dois grupos de estudo: 1) grupo intervenção, que recebeu cápsulas de camu-camu contendo 320 mg de vitamina C; 2) grupo controle, que recebeu cápsulas contendo 320 mg vitamina C sintética. Os valores de vitamina C no plasma, glicemia de jejum e perfil lipídico foram analisados antes e após a intervenção, que ocorreu por 15 dias, sendo a ingestão das cápsulas diária. Foi procedida a verificação estatística da diferença entre as médias de todos os desfechos por meio do Teste t de Student. Registrou-se queda significativa ($p < 0,05$) nos valores de glicemia, colesterol total e HDL-c nos participantes que receberam cápsulas de camu-camu. Entre aqueles indivíduos que seguiram corretamente o protocolo de intervenção, também foi observada redução significativa no LDL-c ($p < 0,05$). No grupo que recebeu cápsulas de vitamina C sintética houve diminuição significativa apenas na glicemia de jejum. Em ambos os grupos de estudo registrou-se tendência de diminuição nos triglicerídeos, porém sem diferença estatisticamente significativa. Conclui-se que as cápsulas de camu-camu apresentaram ação hipolipidêmica e hipoglicemiante nos voluntários estudados. Tais resultados demonstram o potencial benéfico da vitamina C e do camu-camu à saúde, apresentando o fruto como uma excelente fonte desta vitamina.

Palavras-chave: intervenção, vitamina C, glicemia de jejum, LDL-colesterol

ACTION OF THE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* [Kunth] McVaugh) CAPSULES ON BLOOD GLUCOSE AND LIPID PROFILES OF YOUNG ADULTS.

ABSTRACT

Increased levels of lipoproteins, disease process known as dyslipidemia, it is a major cause of arteriosclerosis. Several studies have linked the antioxidant properties of vitamin C as effective in reducing cholesterol levels. Camu-camu (*Myrciaria dubia* [Kunth] McVaugh) is a fruit from the Amazon region that has high levels of vitamin C. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of capsules of camu-camu in lipid profile and glucose of young adults through a not randomized, double-blind, controlled clinical trial with 18 volunteers of both genders, aged between 21 and 35 years. The volunteers were divided into two groups: 1) intervention group that received capsules of lyophilized camu-camu containing 320 mg of vitamin C; 2) control group that received capsules containing 320 mg of synthetic vitamin C. The ingestion of capsules was daily for 15 days and blood samples were collected and analyzed before and after the intervention. Statistical differences in the levels of vitamin C in plasma, fasting glucose and lipid profile were verified by means of Student's "t" test. At the end of the intervention was reported a significant decrease in fasting glucose, total cholesterol and HDL-cholesterol ($p < 0.05$) levels in group that received capsules of camu-camu. When considering only those individuals who correctly followed the protocol, there was also a significant decrease in LDL-cholesterol ($p < 0.05$) levels in intervention group. In control group decreased significantly only the levels of fasting glucose ($p < 0.05$). In both groups there was a tendency of reduction in triglyceride levels, although it has not been significant ($p > 0.05$). It was concluded that the capsules of camu-camu were more efficient, presenting hypolipidemic and hypoglycemic action in volunteers studied. These results demonstrate the potential benefit of vitamin C and camu-camu health, presenting the fruit as an excellent source of this vitamin.

Keywords: intervention, vitamin C, fasting glucose, LDL-cholesterol.

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas, como diabetes, doenças cardiovasculares (DCV) e câncer representam atualmente 63% de todas as mortes no mundo (WHO, 2012). O estresse oxidativo desencadeado pela ação de radicais livres gera lesões em componentes biológicos do organismo humano, que estão diretamente envolvidas na patogênese dessas doenças (KIM et al., 2003).

A elevação dos níveis de lipoproteínas plasmáticas, processo patológico conhecido como dislipidemia, é uma das principais causas desencadeantes da aterosclerose. A aterosclerose é uma doença inflamatória crônica multifatorial que possui como principal causa o excesso de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no plasma (SBC, 2007; WHO et al., 2011). A formação das placas de ateroma constitui fator desencadeante das DCV, já que eventualmente podem se romper, facilitando a formação de coágulos que poderão provocar eventos como infarto cardíaco e isquemia cerebral. Os principais fatores de risco para estas doenças são dieta inadequada, sedentarismo, tabagismo e consumo excessivo de álcool (WHO et al., 2011).

Embora a dislipidemia seja uma das principais causas de aterosclerose e acidentes cardiovasculares, ela pode ser tratada e prevenida. A redução de 10% no colesterol total de adultos acima de 40 anos de idade pode resultar em queda de 50% do risco de ataque cardíaco em cinco anos. Além disso, investimentos em prevenção primária configuram como uma solução eficiente e sustentável para frear a epidemia global das DCV (WHO et al., 2011). Estudos epidemiológicos têm evidenciando que um consumo regular de frutas e verduras está associado à redução do risco de patologias relacionadas ao estresse oxidativo, como DCV e câncer (DUTHIE et al., 2006; CARLSEN et al., 2010).

Diversos estudos têm relacionado a ação antioxidante da vitamina C como redutora dos níveis de colesterol (MCRAE, 2008). Segundo Adams et al. (1999), o ácido ascórbico é o antioxidante de maior abundância no plasma, sendo capaz de aumentar a excreção de colesterol e eliminar radicais livres, prevenindo que estes oxidem as partículas de LDL-c. Embora já tenham sido evidenciados resultados promissores, os efeitos fisiológicos da vitamina C no organismo humano necessitam ser melhor avaliados (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000; CERQUEIRA et al., 2007).

O camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] é um fruto amazônico semelhante à jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) encontrado naturalmente à beira de rios e lagos da região e ainda pouco conhecido no restante do Brasil (YUYAMA et al., 2010). Os frutos da família Myrtaceae, a qual pertence o camu-camu, tem sido foco de inúmeros estudos por apresentarem significativo conteúdo de substâncias antioxidantes. Trabalhos recentes comprovam o alto teor de vitamina C no camu-camu (UEDA et al., 2004; REYNERTSON et al., 2008), que é considerado até o momento, a maior fonte natural desse micronutriente, apresentando concentrações que podem variar entre 2.000 e 6.500 mg em 100 g de fruto (RODRIGUES et al., 2001; YUYAMA et al., 2002). Este teor pode ser até sete vezes superior ao encontrado na acerola (*Malpighia glabra* L.), que é referenciada como alimento fonte de ácido ascórbico (TACO, 2011).

Dessa forma, a incorporação do camu-camu a uma dieta equilibrada, rica em fibras e micronutrientes, pode constituir uma alternativa promissora de manutenção da boa saúde, tanto para pessoas saudáveis quanto para as portadoras de DCV. Assim, o objetivo do presente foi avaliar o efeito de cápsulas de camu-camu sobre o perfil lipídico e a glicemia de adultos jovens, na intenção de investigar os possíveis efeitos benéficos do fruto, como uma fonte natural de vitamina C.

METODOLOGIA

O presente estudo teve como modelo um protocolo experimental de intervenção do tipo ensaio clínico controlado, não randomizado e duplo-cego, e recebeu parecer favorável a sua realização pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM), sob protocolo número 0061.0.115.000-11.

A preparação do material e coleta de dados foi realizada no período de janeiro a junho de 2012. Foram convidados a participar alunos de ambos os gêneros dos cursos de graduação e pós-graduação de dois institutos de ensino superior de Manaus/AM. Para fazer parte da amostra pesquisada, foram considerados como critérios de inclusão: aceitação da participação no estudo mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); idade superior a 19 anos e inferior a 35; origem étnica não indígena; ausência de gestação e lactação; ausência de tabagismo e etilismo; ausência de uso de medicamentos (exceto anticoncepcional); ausência de uso de suplementos alimentares; ausência de doenças inflamatórias e crônicas; Índice de Massa Corporal (IMC) entre 18,5 e 29,9 Kg/m² e ausência de participação em programas de reeducação alimentar e/ou perda de peso. Foram considerados como perdas aqueles indivíduos que se recusaram a participar da pesquisa e aqueles que desistiram de participar, mesmo após assinado o TCLE.

Casuística:

Ao início da intervenção aplicou-se um questionário contendo perguntas pertinentes aos critérios de elegibilidade da amostra, sendo também procedidas avaliação nutricional, por meio de coleta de medidas antropométricas e de composição corporal, e coleta de sangue venoso, para análise bioquímica do perfil lipídico e da glicemia de jejum.

Após a seleção da amostra, os indivíduos foram distribuídos por sorteio em dois grupos para que tivesse início a intervenção, que ocorreu durante 15 dias. O primeiro grupo, grupo intervenção (GI), recebeu cápsulas de camu-camu liofilizado e o segundo grupo, grupo controle (GC), recebeu cápsulas de vitamina C sintética. Ambos os grupos ingeriram um total de 320 mg de vitamina C/dia. Para alcançar esse quantitativo, os participantes do GI ingeriram oito cápsulas/dia, cada uma contendo 260 mg de pó de camu-camu. Ao final da intervenção foi colhida nova amostra de sangue para se proceder as análises comparativas da glicemia e do perfil lipídico.

Avaliação Nutricional:

A avaliação antropométrica foi realizada por meio de medidas de peso e estatura, que foram aferidas e classificadas segundo os critérios estabelecidos pela OMS (WHO, 1995), utilizando-se balança digital da marca In Body, modelo R20, com capacidade de 150 Kg e precisão de 100 g, e estadiômetro portátil da marca Altura Exata, com escala máxima de 2,50 m e precisão de 0,1 cm. A avaliação da composição corporal foi realizada em aparelho de bioimpedância elétrica da marca In Body, modelo R20, estando o indivíduo em jejum de 12 horas e posicionado ereto, com os pés descalços e segurando com ambas as mãos o bastão de corrente elétrica do aparelho. Com os índices gerados pela bioimpedância elétrica foi possível estimar os percentuais de massa gorda e massa magra de cada participante e classificá-los de acordo com os valores preconizados pelo *National Health and Nutrition Examination Survey III* (NHANES III) (CDC, 2000).

Análise bioquímica do sangue:

As coletas de sangue para verificação do perfil lipídico e glicemia de jejum foram efetuadas via punção venosa em um dos braços do indivíduo, estando este em repouso,

utilizando torniquete e em jejum de pelo menos 12 horas. Foram coletados 5 ml de sangue a cada coleta, por meio de seringa estéril descartável e o procedimento foi realizado por um profissional treinado (biomédico). Foram avaliados os níveis iniciais (antes da intervenção) e finais (após a intervenção) de glicemia de jejum, colesterol total (CT), LDL-colesterol (LDL-c), HDL-colesterol (HDL-c) e triglicerídeos (TG), considerando-se os critérios de normalidade do perfil lipídico segundo as recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2007) (colesterol total \leq 200 mg/dL, LDL-colesterol \leq 160 mg/dL, HDL-colesterol \geq 50 mg/dL para mulheres e 40 mg/dL para homens e triglicerídeos \leq 150 mg/dL) e a normalidade da glicemia segundo as recomendações da OMS (WHO, 2006) (glicemia de jejum \leq 100 mg/dL). As análises foram efetuadas em autoanalisador Mindray, modelo BS-120 utilizando kits de reagentes da marca Dialab. O LDL-c foi calculado utilizando-se a fórmula de Friedewald (SBC, 2007).

Confecção das cápsulas:

Para confecção das cápsulas de camu-camu utilizou-se o pó de camu-camu obtido por meio de liofilização da polpa do fruto *in natura* e para as cápsulas de vitamina C, utilizou-se ácido ascórbico sintético da marca Biotech, com 99,7% de pureza. Os materiais foram encapsulados no Laboratório de Alimentos e Nutrição (LAN) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Após a elaboração, as cápsulas foram esterilizadas em luz ultravioleta durante 15 minutos e embaladas em sacos plásticos estéreis de cor escura (para preservação da estabilidade dos pigmentos fotossensíveis do fruto). As embalagens foram devidamente identificadas de acordo com o conteúdo das cápsulas (camu-camu ou vitamina C sintética) e acondicionadas em freezer, sob temperatura média de -18°C , por um prazo máximo de sete dias até o momento de sua distribuição aos participantes da

intervenção, que ocorreu nas dependências da Coordenação de Sociedade, Ambiente e Saúde, no INPA.

Foram realizadas análises da composição química do camu-camu liofilizado para caracterização do teor nutricional das cápsulas. O quantitativo de proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e flavonóides totais foi avaliado de acordo com as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e o teor de vitamina C foi determinado pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) conforme as determinações de Maeda et al. (1989).

Armazenamento das informações e análise dos dados:

Todos os dados coletados foram preenchidos manualmente no questionário do estudo, no momento da coleta. Além dos questionários impressos, as informações coletadas foram também armazenadas em planilhas do Microsoft Excel.

Foi considerado como desfecho as variações nos níveis séricos de glicemia, CT, HDL-c, LDL-c e TG após a intervenção. Os resultados foram analisados por protocolo de intervenção (todos os participantes do estudo) e por intenção de tratar (somente os participantes que seguiram corretamente o protocolo). Foi procedida a verificação estatística da diferença entre as médias de todos os desfechos por meio do Teste t de Student, com intervalo de confiança de 95% e probabilidade de 5% ($p < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico InStat, versão 3.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química das cápsulas de camu-camu liofilizado está apresentada na Tabela 1. Os quantitativos de flavonóides totais, carboidratos, proteínas, lipídios, fibra alimentar e calorias apresentaram-se ínfimos, não sendo considerados como fatores de interferência nos resultados do estudo.

Tabela 1: Composição química das cápsulas de camu-camu (*Myrciaria dubia*) utilizadas pelos participantes da intervenção com camu-camu, Manaus/AM, 2012.

Compostos	Teor/unidade	Teor/8 unidades
Vitamina C	40 mg	320 mg
Flavonóides Totais	0,02 mg	0,16 mg
Carboidratos	0,09 g	0,72 g
Proteínas	0,01 g	0,08 g
Lipídios	0,00 g	0,00 g
Fibra alimentar	0,04 g	0,32 g
Calorias	0,4 Kcal	3,2 Kcal

Entre o total de alunos das duas instituições incluídas na pesquisa, 52 indivíduos aceitaram participar e destes, 22 se enquadraram nos critérios de seleção da amostra. Quatro indivíduos foram computados como perda, pois desistiram de participar logo ao início da intervenção. Ao todo, 18 voluntários (61% do gênero feminino, n=11, e 39% do gênero masculino, n=7) fizeram parte da amostra estudada, sendo que 14 seguiram adequadamente o protocolo de intervenção até o final da pesquisa. A Tabela 2 apresenta a caracterização dos indivíduos incluídos no estudo.

As médias dos valores do perfil lipídico e glicemia de todos os voluntários (análise por protocolo), antes e ao final da intervenção, estão apresentadas na Tabela 3. Após 15 dias de intervenção foram evidenciadas reduções significativas na glicemia de jejum (-12,7%; p<0,05), no HDL-c (-21,5%, p<0,05) e no colesterol total (-19,3%; p<0,05) e

tendência de diminuição no LDL-c (-19%; $p>0,05$) e nos triglicerídeos (-14,2%; $p>0,05$) dos participantes do GI. No GC observou-se tendência de diminuição em todos os biomarcadores estudados, no entanto somente houve diferença significativa na glicemia de jejum (-13,1%; $p<0,05$).

Tabela 2: Descrição das variáveis estudadas nos participantes da intervenção com camu-camu e vitamina C, Manaus/AM, 2012.

Variáveis	Média ± Desvio Padrão
Idade (anos)	26,9 ± 3,9
IMC (Kg/m ²)	24,5 ± 4,3
Gordura corporal (%)	30,8 ± 10,4
Glicemia de jejum (mg/dL)	83,9 ± 9,9
CT (mg/dL)	155,7 ± 35,3
LDL-c (mg/dL)	89,0 ± 30,8
HDL-c (mg/dL)	51,1 ± 4,7
TG (mg/dL)	78,1 ± 31,7

Ao avaliar-se somente aqueles indivíduos que seguiram corretamente o protocolo de intervenção (análise por intenção de tratar, Tabela 4), foi observado, no GI, redução significativa nos valores de glicemia de jejum (-15,9%; $p<0,05$), colesterol total (-25,0%; $p<0,05$), LDL-c (-26,3%; $p<0,05$) e HDL-c (-24,8%; $p<0,05$) e tendência de diminuição nos valores de triglicerídeos (-18,3%; $p>0,05$). No GC, novamente houve tendência de diminuição em todos os biomarcadores, mas este valor foi significativo apenas na glicemia de jejum (-16,7%; $p<0,05$).

Tabela 3: Análise por protocolo da diferença entre as médias iniciais e finais de perfil lipídico e glicemia dos participantes da intervenção com camu-camu e vitamina C, Manaus/AM, 2012.

Marcador bioquímico	Valor inicial* (mg/dL)	Valor final* (mg/dL)	Diferença entre as médias	Valor p**
Grupo Intervenção (n=10)				
Glicemia de jejum	88,1 ± 8,5	76,9 ± 9,5	- 11,2	0,012
Colesterol total	153,0 ± 33,7	123,4 ± 15,0	- 29,6	0,020
LDL-c	85,6 ± 28,2	69,3 ± 11,2	- 16,3	0,106
HDL-c	51,2 ± 5,7	40,2 ± 10,3	- 11,0	0,008
Triglicerídeos	80,7 ± 32,6	69,2 ± 30,1	- 11,5	0,422
Grupo Controle (n=8)				
Glicemia de jejum	78,6 ± 9,4	68,3 ± 7,2	- 10,3	0,026
Colesterol total	159,1 ± 39,3	137,3 ± 21,9	- 21,8	0,190
LDL-c	93,2 ± 35,2	81,5 ± 17,4	- 11,7	0,414
HDL-c	51,0 ± 3,5	41,8 ± 11,4	- 9,2	0,059
Triglicerídeos	74,9 ± 32,4	69,9 ± 22,8	- 5,0	0,726

* Valores expressos em média ± desvio padrão

** Valores menores que 0,05 representam diferença estatisticamente significativa

Os resultados encontrados mostram um efeito positivo sobre o perfil lipídico dos participantes do estudo, que pode estar relacionado ao uso da vitamina C, havendo maior efetividade sobre os níveis de colesterol total e LDL-c no grupo que recebeu a vitamina proveniente do camu-camu. Resultado semelhante foi evidenciado por Shingal et al. (2001), que realizaram um estudo de intervenção onde foi avaliado o efeito do uso de suplementos de vitaminas A, C e E e o consumo de frutas *in natura* variadas sobre os lipídios séricos e os níveis de peroxidação lipídica em adultos com doença cardiovascular, durante 30 dias. Foi observada diminuição significativa nos valores de CT e LDL-c e aumento no HDL-c apenas entre os participantes que consumiram frutas. Em todos os participantes observou-se diminuição significativa dos níveis de peroxidação lipídica, o que pode promover proteção cardiovascular. Os autores concluíram que tanto a suplementação vitamínica quanto a ingestão de frutas são capazes de auxiliar na redução da peroxidação lipídica, entretanto, o consumo de frutas promove resultados mais

eficientes em relação ao perfil lipídico, provavelmente por apresentarem em sua composição a presença de inúmeros nutrientes benéficos, como fibras, ácidos graxos polinsaturados e flavonóides.

Tabela 4: Análise por intenção de tratar da diferença entre as médias iniciais e finais de perfil lipídico e glicemia dos participantes da intervenção com camu-camu e vitamina C, Manaus/AM, 2012.

Marcador bioquímico	Valor inicial* (mg/dL)	Valor final* (mg/dL)	Diferença entre as médias	Valor p**
Grupo Intervenção (n=7)				
Glicemia de jejum	89,4 ± 9,6	75,1 ± 10,5	- 14,3	0,021
Colesterol total	168,1 ± 26,4	126,1 ± 15,9	- 42,0	0,005
LDL-c	98,4 ± 21,2	72,5 ± 11,2	- 25,9	0,018
HDL-c	50,8 ± 6,9	38,2 ± 11,5	- 12,6	0,033
Triglicerídeos	94,6 ± 28,3	77,3 ± 33,0	- 17,3	0,314
Grupo Controle (n=7)				
Glicemia de jejum	79,5 ± 10,3	66,2 ± 6,3	- 13,3	0,026
Colesterol total	171,7 ± 36,0	141,5 ± 20,4	- 30,2	0,113
LDL-c	103,6 ± 33,4	85,7 ± 17,1	- 17,9	0,278
HDL-c	51,5 ± 3,8	42,7 ± 12,4	- 8,8	0,149
Triglicerídeos	82,8 ± 33,5	65,7 ± 24,6	- 17,1	0,337

* Valores expressos em média ± desvio padrão

** Valores menores que 0,05 representam diferença estatisticamente significativa

Embora a presente pesquisa tenha sido realizada com indivíduos normolipídicos, a redução significativa nos valores de CT entre os participantes que receberam cápsulas de camu-camu pode ser considerada um resultado promissor para portadores de hipercolesterolemias. Tal resultado assemelha-se ao encontrado por McRae (2006) que evidenciou, após meta-análise de 51 ensaios clínicos que utilizaram suplementação com vitamina C (na forma sintética ou natural), que esta é capaz de reduzir o CT e que, quanto maiores seus níveis, maior a efetividade desta redução. No estudo citado, foi estimado por regressão linear, que indivíduos com $CT \geq 270$ mg/dL podem apresentar redução de, no mínimo, 10% nesses valores quando utilizada suplementação regular de vitamina C. Além

disso, indivíduos que possuíam concentrações plasmáticas iniciais mais baixas de vitamina C apresentaram níveis mais elevados de CT e maior percentual de queda nesses valores após a suplementação. Sendo assim, o uso de suplementos de vitamina C, naturais ou não, podem ser recomendados como auxílio para a redução do CT, principalmente entre pacientes portadores de hipercolesterolemia severa ou entre aqueles que possuam consumo inadequado desta vitamina.

A capacidade do ácido ascórbico de reduzir o CT e o LDL-c pode ser explicada, segundo McRae (2006), pelo fato deste servir como cofator da enzima hepática α -hidroxilase, responsável pela metabolização do colesterol em ácidos biliares. Pode também exercer papel na remoção das moléculas de LDL-c do plasma, agindo sobre o funcionamento da enzima lecitina colesterol aciltransferase, responsável pela esterificação e sequestro destas moléculas para dentro das HDL-c, aumentando assim a remoção do LDL-c periférico e sua devolução ao fígado. Além disso, devido a sua ação antioxidante, a vitamina C tem demonstrado capacidade de reduzir os níveis de peroxidação lipídica, protegendo as moléculas de LDL-c dos danos oxidativos, o que facilita seu reconhecimento pelos receptores de membrana dos hepatócitos e sua remoção do sangue pelas vias metabólicas normais.

Registrou-se também nesta pesquisa uma tendência à diminuição dos níveis de triglicerídeos, sendo mais acentuada entre aqueles indivíduos que seguiram corretamente o protocolo de intervenção (em torno de 17 mg/dL ou aproximadamente 14%), resultado semelhante ao registrado por diversos estudos (GOKCE et al., 1999; SHINGAL et al., 2001; VINSON; JANG, 2001; SHIDFAR et al., 2003). Embora discreta e não significativa, essa diminuição pode ser considerada importante, pois pequenas reduções nos níveis de LDL-c e triglicerídeos são suficientes para reduzir o risco de desenvolvimento de DCV, como demonstrado no estudo de coorte *“The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC)”*

Study” (SHARRETT et al., 2001). A pesquisa acompanhou o desenvolvimento de DCV em 12.339 pessoas com idade superior a 45 anos, inicialmente saudáveis, durante 10 anos. Foi evidenciado que uma variação (para mais ou para menos) de 1 mmol/L (aproximadamente 18 mg/dL) no LDL-c ou triglicérido, acarreta 40% de aumento ou diminuição (respectivamente) do risco de desenvolvimento de eventos cardiovasculares como infarto, isquemia e acidente vascular cerebral (AVC), ou seja, os níveis de lipídios sanguíneos são diretamente proporcionais ao risco do surgimento desses eventos. Dessa forma, a redução dos triglicéridos apresentada pelos participantes do presente estudo, mesmo não sendo significativa do ponto de vista estatístico, pode representar um efeito cardioprotetor, se for permanente. Para tanto, seria necessário que a intervenção aplicada fosse mais longa ou que estes indivíduos mantivessem os níveis de triglicéridos e LDL-c alcançados durante o estudo através de outros meios, como por exemplo, a prática regular de atividade física e a adoção de uma dieta saudável.

Em ambos os grupos de estudo observou-se, após a intervenção, queda nos níveis séricos de HDL-c. Este resultado mostra-se contrário ao esperado, pois diversas pesquisas já publicadas encontraram associação positiva entre a suplementação com vitamina C e o aumento nos níveis dessa lipoproteína (FOTHERBY et al., 2000; SHINGAL et al., 2001; ENGLER et al., 2003; MCRAE, 2008). Alguns estudos de intervenção não encontraram modificações nos níveis de HDL-c após suplementação com ácido ascórbico (GOKCE et al., 1999; VINSON; JANG, 2001) e resultado semelhante ao presente estudo foi encontrado por um ensaio clínico que combinou a suplementação com vitaminas C e E em crianças portadoras de hipercolesterolemia familiar. Nessa pesquisa, Aldámiz-Echevarría et al. (2006) registraram queda não significativa de 6,4% nos valores de HDL-c após seis meses de intervenção. Não é possível elucidar ao certo a razão da diminuição nos níveis de HDL-c registrados no presente trabalho, no entanto, o tempo reduzido de intervenção e

também o tamanho reduzido da amostra podem ser indicados como prováveis causas, já que não foi realizada intervenção dietética e, em estudos conduzidos com tempo de intervenção maior que 30 dias (FOTHERBY et al., 2000; SHINGAL et al., 2001), os resultados demonstraram elevação nos níveis desta lipoproteína após o uso suplementar da vitamina C.

Além do impacto benéfico das cápsulas de camu-camu sobre o colesterol total, o LDL-c e os triglicerídeos, foi registrada diminuição significativa de até 15,9% na glicemia de jejum dos participantes, tanto do GI quanto do GC. Trata-se de uma evidência importante, já que são poucas as pesquisas que relacionam vitamina C à glicemia de pessoas saudáveis (SZALECZKY et al., 1998; CZERNICHOW et al., 2006; FADUPIN et al., 2007). Dakhale et al. (2011) encontrou resultado similar em um ensaio clínico realizado com pacientes portadores de diabetes tipo 2 em uso de metformina. Os participantes foram divididos em dois grupos, recebendo 500 mg de vitamina C/dia ou placebo, durante 12 semanas. Foi observada redução significativa de 10,4% na glicemia de jejum dos pacientes que receberam cápsulas de vitamina C, sendo concluído que a vitamina pode ser utilizada como auxiliar para o controle da glicemia durante o tratamento do diabetes tipo 2.

Até o presente momento, nenhum estudo avaliou o efeito do camu-camu, como fonte de vitamina C, sobre os níveis de lipídios plasmáticos em humanos, sendo o presente estudo inédito. Inoue et al. (2008) realizaram intervenção com camu-camu em seres humanos, no entanto, os autores avaliaram o efeito do suco do fruto (dose relativa a 1050 mg de vitamina C/dia) e da vitamina C sintética (1050 mg/dia) sobre os valores plasmáticos de espécies reativas de oxigênio (ERO), interleucinas (IL), PCRus, *TNF- α* e γ -interferon. A pesquisa foi conduzida durante sete dias, com 20 homens fumantes. Ao final, foi observado que os participantes que receberam suco de camu-camu apresentaram queda

significativa nos valores de PCRus, IL-6, IL-8 e ERO. Mesmo recebendo doses equivalentes da vitamina, os participantes que ingeriram suco de camu-camu obtiveram melhores resultados do que aqueles que receberam somente vitamina C. Segundo os autores, esse fato pode ser explicado pela presença de outras substâncias antioxidantes no fruto além da vitamina C, como flavonóides e antocianinas.

Estudo prévio realizado por Schwertz et al. (2012), no INPA, avaliou o efeito do suco concentrado de camu-camu sobre o perfil lipídico de ratos *Wistar* dislipidêmicos, em comparação à quercetina e a ratos sem tratamento. Foi constatada redução significativa nos níveis de colesterol total, LDL-c e triglicerídeos dos grupos em tratamento, sendo essa redução maior no grupo de cobaias que recebeu 2 ml de suco de camu-camu e no grupo que recebeu 2 mg de quercetina. Foi também controlada a excreção fecal de colesterol. Os ratos que receberam suco de camu-camu ou quercetina padrão apresentaram excreção fecal de colesterol significativamente maior do que aqueles que não receberam nenhum tratamento. Como o camu-camu apresenta concentração relevante de flavonóides, possivelmente estes tenham sido responsáveis pelo aumento da excreção de lipídios pelas fezes, já que possuem ação inibitória sobre a lipase pancreática, enzima responsável pela absorção de ácidos graxos a nível intestinal (LI et al., 2007; SCHWERTZ et al. 2012). Os autores sugerem que seus resultados podem servir como base para pesquisas da eficiência do fruto sobre o perfil lipídico de humanos. Tais resultados reforçam os achados do presente estudo, evidenciando o potencial do camu-camu como alimento benéfico à saúde. Aliado a hábitos de vida saudáveis, o fruto pode apresentar efeito cardioprotetor, uma vez que pode auxiliar na redução dos valores de glicemia de jejum, CT, LDL-c e triglicerídeos.

CONCLUSÃO

As cápsulas de camu-camu apresentaram ação hipolipidêmica e hipoglicemiante em adultos jovens, reduzindo os níveis de colesterol total, LDL-c e glicemia de jejum e as cápsulas de vitamina C apresentaram apenas ação hipoglicemiante. Tais resultados demonstram o potencial benéfico da vitamina C e principalmente, do camu-camu à saúde, pois as cápsulas do fruto mostraram-se mais eficientes na redução dos níveis de lipoproteínas comparadas ao ácido ascórbico sintético.

A quantidade de 320 mg de vitamina C, utilizada no presente estudo, pode servir como base para estudos em adultos, visto que apresentou efeitos benéficos à saúde dos participantes, sem registro de intercorrências. Neste contexto, o camu-camu configura como uma excelente fonte desta vitamina e também como alternativa para alimentação de pessoas saudáveis ou portadoras de doenças, como dislipidemias e diabetes.

REFERÊNCIAS

ADAMS, A. K.; WERMUTH, E. O. e MCBRIDE, P. E. Antioxidant vitamins and the prevention of Coronary Heart Disease. **Am. Fam. Physician.**, Wisconsin, v. 60, n.3, p. 895-902, 1999.

ALDÁMIZ-ECHEVARRÍA, L.; DALMAU, J.; PRIETO, J. A.; ANDRADE, F.; SANJURJO, P.; ELORZ, J. et al. Ensayo aleatorizado ciego-sencillo sobre los efectos de las vitaminas C y E en la hipercolesterolemia familiar. **An. Pediatr. (Barc)**, Barcelona, v. 65, n. 2, p. 101-7, 2006.

CARLSEN, M.H.; HALVORSEN, B.L.; HOLTE, K.; BOHN, S.K.; DRAGLAND, S.; SAMPSON, L. et al. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. **Nutr. J.**, Londres, v. 9, n. 3, p., 2010.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 441-9, 2007.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS. National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III), 2000. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>>. Acesso em 12 Mai 2011.

CZERNICHOW, S.; COUTHOUIS, A.; BERTRAIS, S.; VERGNAUD, A. C.; DAUCHET, L.; GALAN, P. et al. Antioxidant supplementation does not affect fasting plasma glucose in the Supplementation with Antioxidant Vitamins and Minerals (SU.VI.MAX) study in France: association with dietary intake and plasma concentrations. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 84, n. 2, p. 395-9, 2006.

DUTHIE, S.; JENKINSON, A.; CROZIER, A.; MULLEN, W.; PIRIE, L.; KYLE, J. et al. The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and biomarkers relating to heart disease and cancer in healthy human volunteers. **Eur. J. Nutr.**, Berlin, v. 45, n. 2, p. 113-22, 2006.

ENGLER, M. M.; ENGLER, M. B.; MALLOY, M. J.; CHIU, E. Y.; SCHLOETTER, M. C.; PAUL, S. M. et al. Antioxidant vitamins C and E improve endothelial function in children with hyperlipidemia: Endothelial Assessment of Risk from Lipids in Youth (EARLY) Trial. **Circulation**, Dallas, v. 108, n. 1, p. 1059-63, 2003.

FADUPIN, G. T.; AKPOGHOR, A. U. e OKUNADE, K. A. A comparative study of serum ascorbic acid level in people with and without type 2 diabetes in Ibadan, Nigeria. **Afr. J. Med. Med. Sci.**, Ibadan, v. 36, n. 4, p. 335-9, 2007.

FOTHERBY, M. D.; WILLIAMS, J. C.; FORSTER, L. A.; CRANER, P.; e FERNS, G. A. Effect of vitamin C on ambulatory blood pressure and plasma lipids in older persons. **J. Hypertens.**, Washington, v. 18, n. 4, p. 411-5, 2000.

GOKCE, N.; KEANEY, J. F.; FREI, B.; HOLBROOK, M.; OLESIAK, M.; ZACHARIAH, B. J. et al. Long-term ascorbic acid administration reverses endothelial vasomotor dysfunction in patients with coronary artery disease. **Circulation**, Dallas, v. 99, n. 1, p. 3234-40, 1999.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed., São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

INOUE, T.; KOMODA, H.; UCHIDA, T. e NODE, K. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. **J. Cardiology**, Shannon, v. 52, n. 2, p. 127-32, 2008.

KIM, H.-Y.; KIM, O.-H. e SUNG, M.-K. Effects of phenol-depleted and phenol-rich diets on blood markers of oxidative stress, and urinary excretion of quercetin and kaempferol in healthy volunteers. **J. Am. Coll. Nutr.**, Detroit, v. 22, n. 3, p. 217-23, 2003.

LI, F.; LI, W.; FU, W.; ZHANG, Q. E KOIKE, K. Pancreatic lipase-inhibiting triterpenoid saponins from fruits of *acanthopanax senticosus*. **Chem. Pharm. Bull.**, Tokyo, v. 55, n. 7, p. 1087-9, 2007.

MAEDA, Y.; YAMAMOTO, M.; OWADA, K.; SATO, S. e MASUI, T. Simultaneous liquid chromatographic determination of water-soluble vitamins, caffeine, and preservative in oral liquid tonics. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Gaithersburg, v. 72, n. 2, p. 244-7, 1989.

MCRAE, M. P. The efficacy of vitamin C supplementation on reducing total serum cholesterol in Human subjects: a review and analysis of 51 experimental trials. **J. Chiropr. Med.**, Lombard, v. 5, n.1, p. 2-12, 2006.

MCRAE, M. P. Vitamin C supplementation lowers serum low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides: a meta-analysis of 13 randomized controlled trials. **J. Chiropr. Med.**, Lombard, v. 7, n. 1, p. 48-58, 2008.

REYNERTSON, K.A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M.J. e KENNELLY, E.J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chem.**, New York, v. 109, n. 4, p. 883-90, 2008.

RODRIGUES, R.B.; MENEZES, H.C.D.; CABRAL, L.M.C.; DORNIER, M. e REYNES, M. An Amazonian fruit with a high potential as a natural source of vitamin C: the camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Fruits**, Cambridge, v. 56, n. 5, p. 345-54, 2001.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol.**, Rio de Janeiro, v. 88, s. 1, 2007.

SCALBERT, A. e WILLIAMSON, G. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 130, n. 8, p. 2073S-85S, 2000.

SCHWERTZ, M. C.; MAIA, J. R. P.; SOUSA, R. F. S.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, La K. O. e LIMA, E. S. Efeito hipolipidêmico do suco de camu-camu em ratos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 35-44, 2012.

SHARRETT, A. R.; BALLANTYNE, C. M.; COADY, S. A.; HEISS, G.; SORLIE, P. D.; CATELLIER, D. et al. Coronary heart disease prediction from lipoprotein cholesterol levels, triglycerides, lipoprotein(a), apolipoproteins A-I and B, and HDL density subfractions: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. **Circulation**, Dallas, v. 104, n. 10, p. 1108-13, 2001.

SHIDFAR, F.; KESHAVARZ, A.; JALLALI, M.; MIRI, R. e ESHRAGHIAN, M. Comparison of the effects of simultaneous administration of vitamin C and omega-3 fatty acids on lipoproteins, apo A-I, apo B, and malondialdehyde in hyperlipidemic patients. **Int. J. Vitam. Nutr. Res.**, Zurique, v. 73, n. 3, p. 163-70, 2003.

SHINGAL, S; GUPTA, R. e GOYLE, A. Comparison of Antioxidant Efficacy of Vitamin E, Vitamin C, Vitamin A and Fruits in Coronary Heart Disease : A Controlled Trial. **J. Assoc. Physicians. India**, Mumbai, v. 49, n. 3, p. 327-31, 2001.

SZALECZKY, E.; PRECHL, J.; RUZICKSKA, E. et al., Reduction of glycated hemoglobin levels by long term, high dose ascorbic acid supplementation in healthy and diabetic patients. **Med. Sci. Monit.**, Nova Iorque, v. 4, n. 2, p. 241-4, 1998.

SZYMANIAK, N. P. **Estudo comparativo da produção de proteínas de fase aguda, interleucinas e de radicais livres de oxigênio em adultos submetidos à cirurgia cardíaca sob circulação extracorpórea com ou sem a suplementação de ácido ascórbico.** 2011. 199 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba.

TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4. ed., Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

UEDA, H.; KUROIWA, E.; TACHIBANA, Y.; KAWANISHI, K.; AYALA, F. e MORIYASU, M. Aldose reductase inhibitors from the leaves of *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. **Phytomedicine**, Iquitos, v. 11, n. 7-8, p. 652-6, 2004.

VINSON, J. A.; JANG, J. In vitro and in vivo lipoprotein antioxidant effect of a citrus extract and ascorbic acid on normal and hypercholesterolemic human subjects. **J. Med. Food**, New Rochelle, v. 4, n. 4, p. 187-92, 2001.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Technical Report Series, n. 854, Geneva, 1995.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION; WORLD HEART FEDERATION e WORLD STROKE ORGANIZATION. Global Atlas on cardiovascular disease prevention and control. Geneva, 2011, 155 p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health Topics. Chronic diseases. Disponível em: http://www.who.int/topics/chronic_diseases/en/. Acesso em: 22 Mai 2012.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P.L. e YUYAMA, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 32, n. 1, p., 2002.

YUYAMA, K.; YUYAMA, L.K.O.; VALENTE, J.P.; SILVA, A.C.D.; AGUIAR, J.P.L.; FLORES, W.B.C. et al. **Camu-camu**. São Paulo: Funep, v. 1. 2010. 50 p. (Série Frutas Nativas)

REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C.; FRANCESCHINI, S. C. C.; TINOCO, A. L. A.; PEREIRA, C. A. S.; SILVA, M. M. S. Inadequação no consumo alimentar e fatores interferentes na ingestão energética de idosos matriculados no programa municipal da terceira idade de Viçosa (MG). **Rev. Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 32, n. 2, p. 190-202, 2008.
- ADAMS, A. K.; WERMUTH, E. O. e MCBRIDE, P. E. Antioxidant vitamins and the prevention of Coronary Heart Disease. **Am. Fam. Physician.**, Wisconsin, v. 60, n.3, p. 895-902, 1999.
- AMUNA, P. e ZOTOR, F.B. Epidemiological and nutrition transition in developing countries: impact on human health and development. **Proc. Nutr. Soc.**, Kent, v. 67, n. 1, p. 82-90, 2008.
- ALVES, A. B. **Compostos antioxidantes em polpa de tomate: efeito do processamento e da estocagem**. 2009. 145 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ARANHA, F. Q.; BARROS, Z. F.; MOURA, L. S. A.; GONÇALVES, M. C. R.; BARROS, J. C.; METRI, J. C. et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 89-97, 2000.
- ASP, N.G.; JOHANSSON, C.G.; HALLMER, H.; SILJESTROM, S. Rapid enzymatic assay of insoluble dietary fiber. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 31, n. 1, p. 43-53, 1983.
- AUGUSTO, O. Radicais Livres: Bons, maus e naturais. 1. ed. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2006, 115 p.
- BATISTA FILHO, M. e RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cad. Saúde Pública** Recife, v. 19, s. 1, p. s181-s91, 2003.
- BATISTA FILHO, M.; SOUZA, A.I.D.; MIGLIOLI, T.C. e SANTOS, M.C.D. Anemia e obesidade: um paradoxo da transição nutricional brasileira. **Cad. Saúde Pública**, Recife, v. 24, s. 1, p. s247-s57, 2008.
- BONI, A.; PUGLIESE, C.; CLÁUDIO, C. C.; ATIN, P. R. V. e OLIVEIRA, F. L. C. Vitaminas antioxidantes e prevenção da arteriosclerose na infância. **Rev. Paul. Pediatr.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 373-80, 2010.
- BOOTS, A.W.; WILMS, L.C.; SWENNEN, E.L.R.; KLEINJANS, J.C.S.; BAST, A. e HAENEN, G.R.M.M. In vitro and ex vivo anti-inflammatory activity of quercetin in healthy volunteers. **Nutrition**, Maastricht, v. 24, n. 7-8, p. 703-10, 2008.
- BRESSAN, J.; HERMSDORFF, H.H.M.; ZULET, M.Á. e MARTÍNEZ, J.A. Impacto hormonal e inflamatório de diferentes composições dietéticas: ênfase em padrões alimentares e fatores dietéticos específicos. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, Viçosa, v. 53, n. 5, p. 572-81, 2009.

BRITO, F. Transição demográfica e desigualdades sociais no Brasil. **R. Bras. Est. Pop.**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 5-26, 2008.

CARLSEN, M.H.; HALVORSEN, B.L.; HOLTE, K.; BOHN, S.K.; DRAGLAND, S.; SAMPSON, L. et al. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. **Nutr. J.**, Londres, v. 9, n. 3, p., 2010.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 441-9, 2007.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS. National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III), 2000. Disponível em: < <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm> >. Acesso em 12 Mai 2011.

CDCa - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Prevalence of overweight, obesity, and extreme obesity among adults: United States, trends 1960–1962 through 2007–2008. 2010. Disponível em: <http://www.cdc.gov/nchs/data/hestat/obesity_adult_07_08/obesity_adult_07_08.pdf>. Acesso em 25 Ago 2011.

CDCb - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Prevalence of obesity among children and adolescents: United States, trends 1963–1965 through 2007–2008. 2010. Disponível em: <http://www.cdc.gov/nchs/data/hestat/obesity_child_07_08/obesity_child_07_08.pdf>. Acesso em 26 Ago 2011.

CHANG, W.-H. e LIU, J.-F. Effects of kiwifruit consumption on serum lipid profiles and antioxidative status in hyperlipidemic subjects. **Int. J. Food Sciences and Nutrition**, Taiwan, v. 60, n. 8, p. 709-16, 2009.

CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; PEDRESCHI, R. e CAMPOS, D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chem.**, Lima, v. 120, n. 4, p. 1019-24, 2010.

DUTHIE, S.; JENKINSON, A.; CROZIER, A.; MULLEN, W.; PIRIE, L.; KYLE, J. et al. The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and biomarkers relating to heart disease and cancer in healthy human volunteers. **Eur. J. Nutr.**, Berlin, v. 45, n. 2, p. 113-22, 2006.

EGERT, S.; BOESCH-SAADATMANDI, C.; WOLFFRAM, S.; RIMBACH, G. e MULLER, M.J. Serum lipid and blood pressure responses to quercetin vary in overweight patients by apolipoprotein E genotype. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 140, n. 2, p. 278-84, 2009.

EGERT, S.; BOSY-WESTPHAL, A.; SEIBERL, J.; KÜRBITZ, C.; SETTLER, U.; PLACHTA-DANIELZIK, S. et al. Quercetin reduces systolic blood pressure and plasma oxidised low-density lipoprotein concentrations in overweight subjects with a high-

cardiovascular disease risk phenotype: a double-blinded, placebo-controlled cross-over study. **Brit. J. Nutr.**, Cambridge, v. 102, n. 7, p. 1065-74, 2009.

ERDMAN, J.W.; BALENTINE, D.; ARAB, L.; BEECHER, G.; DWYER, J.T.; FOLTS, J. et al. Flavonoids and Heart Health: Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop, May 31–June 1, 2005, Washington, DC. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 137, n. 3, p. 718S-37S, 2007.

GONÇALVES, A.E.S.S.; LAJOLO, F.M. e GENOVESE, M.I. Chemical Composition and Antioxidant/Antidiabetic Potential of Brazilian Native Fruits and Commercial Frozen Pulps. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 58, n. 8, p. 4666-74, 2010.

HARPER, K. e ARMELAGOS, G. The changing disease-scape in the third epidemiological transition. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, New York, v. 7, n. 2, p. 675-97, 2010.

HALLIWELL, B. e GUTTERIDGE, J.M.C. Free radicals in biology and medicine. 3. ed. Oxford: **Oxford University Press**, 2000, 266 p.

HOLLMAN, P.C.H. Absorption, bioavailability, and metabolism of flavonoids. **Pharm. Biol.**, Chicago, v. 24, supl., p. 74-83, 2004.

HOLLMAN, P.C.H.; VAN TRIJP, J.M.P.; BUYSMAN, M.N.C.P.; V.D. GAAG, M.S.; MENGELERS, M.J.B.; DE VRIES, J.H.M. et al. Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. **FEBS Lett.**, Wageningen, v. 418, n. 2, p. 152-6, 1997.

HU, F.B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. **Curr. Opin. Lipidol.**, Nova Iorque, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção preliminar da população do Brasil. Revisão 2002. 2002. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em 27 Ago 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em 25 Ago 2011.

INOUE, T.; KOMODA, H.; UCHIDA, T. e NODE, K. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. **J. Cardiology**, Shannon, v. 52, n. 2, p. 127-32, 2008.

INSTITUTE OF MEDICINE, NATIONAL ACADEMIES. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes. Washington, 2000.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª edição, 1ª edição digital. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008.

JACOB, R.A.; AIELLO, G.M.; STEPHENSEN, C.B.; BLUMBERG, J.B.; MILBURY, P.E.; WALLOCK, L.M. et al. Moderate antioxidant supplementation has no effect on

biomarkers of oxidant damage in healthy men with low fruit and vegetable intakes. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 133, n. 3, p. 740-3, 2003.

JEONG, J.-H.; AN, J.Y.; KWON, Y.T.; RHEE, J.G. e LEE, Y.J. Effects of low dose quercetin: cancer cell-specific inhibition of cell cycle progression. **J. Cell. Biochem.**, Pittsburgh, v. 106, n. 1, p. 73-82, 2009.

KEARNEY, J. Food consumption trends and drivers. **Philos. Trans. R. Soc. B.**, Dublin, v. 365, n. 1554, p. 2793-807, 2010.

KIM, H.-Y.; KIM, O.-H. e SUNG, M.-K. Effects of phenol-depleted and phenol-rich diets on blood markers of oxidative stress, and urinary excretion of quercetin and kaempferol in healthy volunteers. **J. Am. Coll. Nutr.**, Detroit, v. 22, n. 3, p. 217-23, 2003.

KNEKT, P.I., S; RISSANEN, H; HELIO ÈVAARA, M; JAÈRVINEN, R; HAÈKKINEN, S; AROMAA, A; REUNANEN, A. Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease. **Eur. J. Clin. Nutr.**, Londres, v. 54, n. 5, p. 415-7, 2000.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JÄRVINEN, R.; RISSANEN, H.; HELIÖVAARA, M.; REUNANEN, A. et al. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 76, n. 3, p. 560-8, 2002.

KNEKT, P.; RITZ, J.; PEREIRA, M. A.; O'REILLY, E.; AUGUSTSSON, J. K. FRASER, G. E. Antioxidant vitamins and coronary heart disease risk: a pooled analysis of 9 cohorts. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 80, n. 1508, p. 1508-20, 2004.

KRATCHANOVA, M.; DENEV, P.; CIZ, M.; LOJEK, A. e MIHAILOV, A. Evaluation of antioxidant activity of medicinal plants containing polyphenol compounds. Comparison of two extraction systems. **Acta BP**, Plovdiv, v. 57, n. 2, p. 229-34, 2010.

KUO, SM. Dietary flavonoid and cancer prevention: evidence and potential mechanism. **Crit. Rev. Oncogen.**, Buffalo, v. 8, n. 1, p. 47-69, 1997.

LEÃO, A. L. M. e SANTOS, L. C. Consumo de micronutrientes e excesso de peso: existe relação? **Rev. Bras. Epidemiol.**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 85-95, 2012.

LEVINE, M.; KATZ, A. e PADAYATTY, S. J. Vitamina C. In: SHILLS, M. E.; SHIKE, M.; ROSS, A. C.; CABALLERO, B. e COUSINS, R. J. Nutrição Moderna na Saúde e na Doença. 10. ed., Barueri: **Manole**, 2009. p. 543-59.

LOKE, W.M.; HODGSON, J.M.; PROUDFOOT, J.M.; MCKINLEY, A.J.; PUDDEY, I.B. e CROFT, K.D. Pure dietary flavonoids quercetin and epicatechin augment nitric oxide products and reduce endothelin-1 acutely in healthy men. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 88, n. 4, p. 1018-25, 2008.

MAEDA, Y.; YAMAMOTO, M.; OWADA, K.; SATO, S. e MASUI, T. Simultaneous liquid chromatographic determination of water-soluble vitamins, caffeine, and preservative in oral liquid tonics. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Gaithersburg, v. 72, n. 2, p. 244-7, 1989.

MCRAE, M. P. The efficacy of vitamin C supplementation on reducing total serum cholesterol in Human subjects: a review and analysis of 51 experimental trials. **J. Chiropr. Med.**, Lombard, v. 5, n.1, p. 2-12, 2006.

NAIDU, K. A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery ? An overview. **Nutr. J.**, Londres, v. 2, n. 7, p. 1-10, 2003.

OVASKAINEN, M.-L.; TÖRRÖNEN, R.; KOPONEN, J.M.; SINKKO, H.; HELLSTRÖM, J.; REINIVUO, H. et al. Dietary intake and major food sources of polyphenols in finnish adults. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 138, n. 1, p. 562-6, 2008.

PAHO - PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. Caribbean Food and Nutrition Institute. Phytochemicals. Disponível em: < <http://www.paho/cfni.org>> Acesso em 12 Set 2010.

PANDEY, K.B. e RIZVI, S.I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxid. Med. Cell. Longev.**, Allahabad, v. 2, n. 5, p. 270-8, 2009.

PAULING, L. Como viver mais e melhor: o que os médicos não dizem sobre sua saúde. 19. ed., São Paulo: **Best Seller**, 2007, 400 p.

PINTO, M.S.; LAJOLO, F. e GENOVESE, M. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Strawberry Jams. **Plant Foods Hum. Nutr.**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 127-31, 2007.

POPKIN, B.M. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. **Proc. Nutr. Society**, Edinburgh, v. 1, n. 70, p. 82-91, 2011.

REYNERTSON, K.A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M.J. e KENNELLY, E.J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chem.**, New York, v. 109, n. 4, p. 883-90, 2008.

RIBOLI, E. e NORAT, T. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 78, n. 3, p. 559S-69S, 2003.

RODRIGUES, R.B.; MENEZES, H.C.D.; CABRAL, L.M.C.; DORNIER, M. e REYNES, M. An Amazonian fruit with a high potential as a natural source of vitamin C: the camucamu (*Myrciaria dubia*). **Fruits**, Cambridge, v. 56, n. 5, p. 345-54, 2001.

ROSS, J.A. e KASUM, C.M. Dietary Flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annu. Rev. Nutr.**, Minneapolis, v. 22, n. 1, p. 19-34, 2002.

SALONEN, R.M.; NYSSONEN, K.; KAIKKONEN, J.; KAIKKONEN, J.; PORKKALA-SARATAHO, E.; VOUTILAINEN, S. et al. Sixyear effect of combined vitamin C and E supplementation on atherosclerotic progression: the Antioxidant Supplementation in Atherosclerosis Prevention (ASAP) Study. **Circulation**, Dallas, v. 107, n.7, p. 947-53, 2003.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol.**, Rio de Janeiro, v. 88, s. 1, 2007.

SCALBERT, A. e WILLIAMSON, G. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 130, n. 8, p. 2073S-85S, 2000.

SCHRAMM, J.M.D.A.; OLIVEIRA, A.F.D.; LEITE, I.D.C.; VALENTE, J.G.; GADELHA, A.M.J.; PORTELA, M.C. et al. Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. **Ciênc. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 897-908, 2004.

SHANELY, R.A.; KNAB, A.M.; NIEMAN, D.C.; JIN, F.; MCANULTY, S.R. e LANDRAM, M.J. Quercetin supplementation does not alter antioxidant status in humans. **Free Rad. Research**, Kannapolis, v. 44, n. 2, p. 224-31, 2010.

SHARRETT, A.R.; BALLANTYNE, C.M.; COADY, S.A.; HEISS, G.; SORLIE, P.D.; CATELLIER, D. et al. Coronary heart disease prediction from lipoprotein cholesterol levels, triglycerides, lipoprotein(a), apolipoproteins A-I and B, and HDL density subfractions: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. **Circulation**, Dallas, v. 104, n. 10, p.1108-13, 2001.

SONG, Y.; MANSON, J.E.; BURING, J.E.; SESSO, H.D. e LIU, S. Associations of dietary flavonoids with risk of type 2 diabetes, and markers of insulin resistance and systemic inflammation in women: a prospective study and cross-sectional analysis. **J. Am. Coll. Nutrition**, Detroit, v. 24, n. 5, p. 376-84, 2005.

SUÁREZ-HERRERA, J.C.; O'SHANAHAN JUAN, J.J. e SERRA-MAJEM, L. La participación social como estrategia central de la nutrición comunitaria para afrontar los retos asociados a la transición nutricional. **Rev. Esp. Salud Publica** Madrid, v. 83, n., p. 791-803, 2009.

SZYMANIAK, N. P. **Estudo comparativo da produção de proteínas de fase aguda, interleucinas e de radicais livres de oxigênio em adultos submetidos à cirurgia cardíaca sob circulação extracorpórea com ou sem a suplementação de ácido ascórbico.** 2011. 199 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba.

TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4. ed., Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

UEDA, H.; KUROIWA, E.; TACHIBANA, Y.; KAWANISHI, K.; AYALA, F. e MORIYASU, M. Aldose reductase inhibitors from the leaves of *Myrciaria dubia* (H. B. & K.) McVaugh. **Phytomedicine**, Iquitos, v. 11, n. 7-8, p. 652-6, 2004.

VEIGA, E.V.; NOGUEIRA, M.S.; CÁRNIO, E.C.; MARQUES, S.; LAVRADOR, M.A.S.; MORAES, S.A.D. et al. Assessment of the techniques of blood pressure measurement by health professionals. **Arq. Bras. Cardiol.**, São Paulo, v. 80, n. 1, p. 89-93, 2003.

VILLANUEVA-TIBURCIO, J.E.; CONDEZO-HOYOS, L.A. e ASQUIERI, E.R. Antocianinas, Ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Tingo María, v. 30, n. 1, p. 151-60, 2010.

WANG, L.; LEE, I.M.; ZHANG, S.M.; BLUMBERG, J.B.; BURING, J.E. e SESSO, H.D. Dietary intake of selected flavonols, flavones, and flavonoid-rich foods and risk of cancer in middle-aged and older women. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 89, n. 3, p. 905-12, 2009.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Technical Report Series, n. 854, Geneva, 1995.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION; FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Technical Report Series, n. 916, Geneva, 2003.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: report of a WHO/IDF consultation. Geneva, 2006.

WHOa - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health Topics. Nutrition. 2011. Disponível em: < <http://www.who.int/topics/nutrition/en/>>. Acesso em: 06 Mar 2011.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION; WORLD HEART FEDERATION e WORLD STROKE ORGANIZATION. Global Atlas on cardiovascular disease prevention and control. Geneva, 2011, 155 p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health Topics. Chronic diseases. Disponível em: http://www.who.int/topics/chronic_diseases/en/. Acesso em: 22 Mai 2012.

WOOD, J.G.; ROGINA, B.; LAVU, S.; HOWITZ, K.; HELFAND, S.L.; TATAR, M. et al. Sirtuin activators mimic caloric restriction and delay ageing in metazoans. **Nature**, Boston, v. 430, n. 7000, p. 686-9, 2004.

YOUNG, J.F.; NIELSEN, S. E.; HARALDSDÓTTIR, J.; DANESHVAR, B.; LAURIDSEN, S. T.; KNUTHSEN, P. Effect of fruit juice intake on urinary quercetin excretion and biomarkers of antioxidative status. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 69, v.1, p. 87-94, 1999.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P.L. e YUYAMA, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 32, n. 1, p., 2002.

YUYAMA, K.; YUYAMA, L.K.O.; VALENTE, J.P.; SILVA, A.C.D.; AGUIAR, J.P.L.; FLORES, W.B.C. et al. **Camu-camu**. São Paulo: Funep, v. 1. 2010. 50 p. (Série Frutas Nativas)

ZANATTA, C.F.; CUEVAS, E.; BOBBIO, F.O.; WINTERHALTER, P. e MERCADANTE, A.Z. Determination of anthocyanins from camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC, PDA, HPLCMS, and NMR. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 53, n. 24, p. 9531-5, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Avaliação da capacidade antioxidante do fruto amazônico camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] em adultos jovens”, que faz parte da dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos da UFAM em parceria com o INPA, da nutricionista Bianca Languer Vargas. Esta pesquisa pretende avaliar os benefícios do consumo regular do fruto amazônico camu-camu, já que ele é rico em antioxidantes, que são substâncias encontradas naturalmente em diversas frutas e verduras e quando consumidas regularmente podem diminuir o risco de se contrair doenças como câncer, diabetes, hipertensão, dislipidemia (colesterol alto), entre outras. Para a realização deste estudo iremos aplicar um questionário, pesar, medir a altura e coletar uma amostra de 5 ml de sangue da veia do braço para verificar o perfil lipídico. Após, você receberá cápsulas que poderão ser de camu-camu em pó ou de vitamina C pura e que você deverá ingerir todos os dias, durante 15 dias. Ao final do estudo iremos novamente aplicar os questionários, verificar as medidas corporais e coletar 5 ml de sangue.

No momento da coleta de sangue você poderá sentir dor e após a coleta poderá surgir uma mancha roxa e dolorida no local, que desaparecerá em no máximo quatro dias. Todo o material utilizado para a coleta de sangue será descartável, portanto não apresentará risco de contaminação. Dificilmente você poderá apresentar mal-estar, intolerância ou alergia alimentar após o consumo das cápsulas. Caso isso aconteça você receberá orientação e a sua participação na pesquisa será interrompida.

Participando deste estudo você não terá nenhuma despesa e nenhuma remuneração. Você não é obrigado(a) a participar e poderá cancelar a sua autorização a qualquer momento e por qualquer motivo. Os resultados do estudo serão apresentados em conjunto, não sendo possível identificar os indivíduos que dele participaram. A vantagem de sua participação é de caráter científico, pois ao auxiliar este estudo você estará contribuindo para pesquisas de novas formas de prevenção de doenças, além de estar beneficiando sua saúde com o consumo dos antioxidantes do camu-camu.

Para maiores esclarecimentos procurar Nutr. Bianca Languer Vargas, responsável pela pesquisa, no telefone 8178-3225 ou Dra Lúcia K. O. Yuyama, coordenadora da pesquisa pelo INPA, no telefone 3643-3092.

Eu, _____ declaro que entendi os procedimentos da pesquisa, que livremente aceito participar e que me foi dada uma cópia deste documento.

Assinatura do participante

Data: ____ / ____ / ____

Bianca Languer Vargas
Pesquisadora responsável

APÊNDICE 2

 UFAM	UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS	 INPA <small>INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA</small>
Identificação		QUES: _ _ _
Entrevistador: _____ Data da entrevista: __/__/__		ENT: __ __ DATA: __/__/__
1- Nome do participante: _____ Contato: _____		
2- Data de nascimento: __/__/__ Idade: ____		IDAD: __ __
3- Gênero: (1) Masculino - pule para pergunta 5 (2) Feminino		GENR: __
SE MULHER: 4- Você está grávida ou amamentando? (1) Sim (2) Não		GEST: __
5- Cor da pele (observar): (1) Branca (2) Negra (3) Parda (4) Outra		COR: __
6- Tabagismo: (1) fumante (2) não fumante (3) ex-fumante		FUMO: __
7- Você costuma ingerir bebida alcoólica? (1) ingere álcool regularmente (alcoólatra) (2) já ingeriu álcool regularmente (ex-alcoólatra) (3) ingere álcool socialmente (4) nunca ingeriu álcool		ALCOOL: __
8- Você pratica atividade física regularmente? (1) Diariamente (7 vezes por semana) (2) Frequentemente (3 a 5 vezes por semana) (3) Às vezes (1 a 2 vezes por semana) (4) Algumas vezes por mês ou NÃO pratica		ATFIS: __
9- Você está, ou esteve nos últimos meses, em tratamento médico para alguma doença? (1) Sim. Qual doença? _____ (2) Não		DOENT: __ _____ _____
10- Faz uso regular (todos os dias) de algum medicamento? (1) Sim. Qual medicamento? _____ (2) Não		MEDTO: __ _____ _____
11- Está seguindo alguma dieta alimentar?		

(1) Sim. Qual ? _____ (2) Não	DIETA: __
12- Faz uso de algum suplemento alimentar? (1) Sim. Qual ? _____ (2) Não	SUPLTO: __
13- Apresenta alguma alergia ou intolerância alimentar? (1) Sim. Qual ? _____ (2) Não	ALERG: __
14- Antropometria 1: Peso: _____ Kg IMC: _____ Kg/m ² Altura: _____ m	PESO1: _____, __ ALT: _____, __ IMC1: _____, __
15- Bioimpedância 1: Massa Magra: _____ Kg Percentual gordura: _____% Massa Gorda: _____ Kg TMB: _____	MM1: _____, __ MG1: _____, __ PG1: _____ TMB1: _____
16- Avaliação Bioquímica 1: Colesterol Total: _____, __ mg/dl Colesterol LDL: _____, __ mg/dl Colesterol HDL: _____, __ mg/dl Triglicerídeos: _____, __ mg/dl Glicemia de jejum: _____, __ mg/dl	CT1: _____, __ LDL1: _____, __ HDL1: _____, __ TG1: _____, __ GLI1: _____, __
17- Antropometria 2: Peso: _____ Kg IMC: _____ Kg/m ² Altura: _____ m	PESO2: _____, __ IMC2: _____, __
18- Bioimpedância 2: Massa Magra: _____ Kg Percentual gordura: _____% Massa Gorda: _____ Kg TMB: _____	MM2: _____, __ MG2: _____, __ PG2: _____ TMB2: _____
19- Avaliação Bioquímica 2: Colesterol Total: _____, __ mg/dl Colesterol LDL: _____, __ mg/dl Colesterol HDL: _____, __ mg/dl Triglicerídeos: _____, __ mg/dl Glicemia de jejum: _____, __ mg/dl	CT2: _____, __ LDL2: _____, __ HDL2: _____, __ TG2: _____, __ GLIC2: _____, __