

INGESTÃO DO FRUTO DO TUCUMÃ-DO-AMAZONAS (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) PROMOVE MODULAÇÃO DOS NÍVEIS DE COLESTEROL PLASMÁTICO EM RATOS

Adriana Cristine Mattos¹
Rafaela da Silva Oliveira²
Aline Alves Rezende¹
Renata Rosa Barbosa¹
Evellyn Ferreira Ribeiro¹
Gisleive Góes da Silva Correia³
Francisco Carlos da Silva⁴
Bruna Kempfer Bassoli⁵

RESUMO: Entre as espécies de palmeiras existentes na região amazônica, destaca-se o tucumã-do-amazonas (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey), um fruto que apresenta um alto teor de lipídeos, dos quais 60 a 80% são ácidos graxos insaturados, entre eles os ômega 3, 6 e 9. Além disso, o fruto apresenta fitoquímicos como os flavonoides e carotenoides. Deste modo, visando observar as atividades biológicas dos compostos presentes no fruto, foram selecionados 14 ratos Wistar machos adultos divididos em grupo controle (CO), que recebeu água e grupo tucumã-do-amazonas (TU), que recebeu a polpa do tucumã-do-amazonas na concentração de 200mg/mL. Em ambos a administração foi feita por entubação gástrica durante um período de 30 dias. Após, foi realizada a coleta de sangue da aorta abdominal para as análises bioquímicas, nas quais determinou-se por quites enzimáticos-colorimétricos os níveis plasmáticos de colesterol total, triglicerídeos e glicemia. Os dados obtidos foram analisados pelo teste t de Student. Os resultados mostraram que o colesterol total do grupo TU ($45,64 \pm 4,11$) apresentou uma redução significativa em relação ao grupo CO ($62,7 \pm 7,86$) ($p < 0,05$), o que pode estar relacionado aos fitoquímicos e ácidos graxos insaturados presentes no fruto. No entanto, para os níveis de glicose e triglicerídeos não foram detectadas alterações significativas entre os grupos experimentais. Desse modo, conclui-se que os compostos bioativos presentes na polpa do Tucumã-do-Amazonas possuem efeitos funcionais e podem auxiliar na redução de risco de doenças cardiovasculares, de modo que seu consumo pode contribuir para a promoção da saúde na população amazônica de modo sustentável.

Palavras-chave: frutos amazônicos; fitoquímicos; glicemia; colesterol.

AMAZON TUCUMAN FRUIT INGESTION (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) PROMOTES MODULATION OF PLASMA CHOLESTEROL LEVELS IN RATS

ABSTRACT: Among the palm species in the Amazon region, it highlights the Amazon Tucuman (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey), a fruit that has a high lipid content, of which 60 to 80% are unsaturated fatty acids, among them the omegas 3, 6 and 9. Besides, the fruit has phytochemicals such as flavonoids and carotenoids. Thus, in order to observe the biological activities of the compounds present in the fruit, 14 adult male Wistar rats were selected, divided into control group (CO), which received water, and amazon Tucuman group (TU), which received the Amazon Tucuman pulp at a concentration of 200mg/mL. In both the administration was through gastric intubation over 30 days. Afterward, the abdominal aortic blood was collected for biochemical analysis of total cholesterol, triglycerides, and glycemia plasmatic levels by enzymatic-colorimetric kits. The data obtained were analyzed by Student's t-test. The results showed that the total cholesterol of the TU group (45.64 ± 4.11) presented a significant reduction compared to the CO group (62.7 ± 7.86) ($p < 0.05$), which may be related to the phytochemicals and unsaturated fatty acids present in the fruit. However, for glucose and triglyceride levels no significant changes were detected between the experimental groups. Thus, it is concluded that the bioactive compounds present in the Amazon Tucuman pulp have functional effects and may help to cardiovascular diseases risk reduction, so that its consumption can contribute to health promotion in the Amazonian population in a sustainable way.

Keywords: amazonian fruits; phytochemicals; glycemia; cholesterol

¹Biomédicas, Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA), Ji-Paraná/RO, Brasil: adrianacm@hotmail.com; aarezende@gmail.com; renatabarbosa@yahoo.com.br; ribeirovellyn@gmail.com

²Bióloga, Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná (UniSL), Ji-Paraná/RO, Brasil: rafasoliveira@gmail.com

³Bióloga, Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA), Ji-Paraná/RO, Brasil: ggscorreia@gmail.com

⁴Doutor em Biologia Celular e Molecular Aplicada a Saúde (ULBRA), docente do Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná (UniSL), Ji-Paraná/RO, Brasil: franciscosilva@gmail.com

⁵Doutora em ciências (USP), docente do curso de Medicina da Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, RR – Brasil: bruna.bassoli@ufr.br; Autor correspondente: Universidade Federal de Roraima, Av. Cap. Ene Garcês, n° 2413 - Aeroporto, Boa Vista – RR - Brasil, 69310-000, telefone: 55 (95) 3621-3146

INTRODUÇÃO

A região Amazônica apresenta uma grande diversidade de palmeiras nativas, com importante potencial econômico, podendo ser exploradas como alimentos funcionais, deste modo, atraem a atenção dos segmentos alimentício, farmacêutico e cosmético (SANTOS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2018). Dentre essas espécies, destaca-se a espécie *Astrocaryum aculeatum* G. Mey, popularmente conhecida como tucumã, tucumã-açu e tucumã-do-amazonas (FERREIRA RAMOS et al., 2009; SHANLEY et al., 2012), uma palmeira nativa do Brasil, cuja distribuição geográfica abrange vários estados brasileiros, como Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Pará e Mato Grosso (LEITMAN et al., 2015).

Os frutos do tucumã-do-amazonas são comercializados *in natura*, em dúzia ou cento, ou processado pelos comerciantes locais, sendo sua polpa vendida por peso (DIDONET & FERRAZ, 2014). Seu consumo geralmente é feito também *in natura* ou como recheio de sanduíches e na forma de cremes e sorvetes (KAHN, 2008).

Segundo Cappello e colaboradores (2016), elevados níveis séricos de colesterol estão frequentemente associados a um aumento da incidência de aterosclerose e doença arterial coronariana. Apesar de o colesterol, ser essencial em alguns processos bioquímicos no organismo humano, como na construção e manutenção das membranas celulares, bem como precursor de muitos hormônios esteroides, alterações na síntese, absorção e excreção do mesmo, predispõe a hipercolesterolemia, que está associada a efeitos negativos à saúde, especialmente a doenças cardiovasculares (ZÁRATE et al., 2016).

Inegavelmente, há uma série de fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo a hipertrigliceridemia, bem como a hiperglicemia, consideradas fatores de risco fundamentais (PISTROSCH et al., 2011; HAN et al., 2016).

De acordo com estudos recentes, o tucumã-das amazonas possui em sua composição química, compostos como os carotenoides e flavonoides (GONÇALVES et al., 2010; SAGRILLO et al., 2015), como também ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico (ω - 9), ácido alfa- linolênico (ω - 3), e ácido linoleico (ω - 6) (SILVA et al., 2018), que possuem evidências de efeito protetor contra os fatores de risco para doenças cardiovasculares (COLETTE et al., 2003).

Para Sacks e colaboradores (2017) a substituição de dietas ricas em ácidos graxos saturados por dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ou monoinsaturados, como os presentes no tucumã-do-amazonas, tem efeitos favoráveis sobre a diminuição de doenças cardiovasculares. Além disso, já é comprovado que o maior consumo de frutas e legumes está associado com uma diminuição na taxa de doenças crônicas não transmissíveis, tendo em vista que esses alimentos têm alta atividade antioxidante (LARSSON et al., 2013).

Assim, a ingestão de compostos bioativos, presente no tucumã-do-amazonas, poderia contribuir para diminuição dos índices lipídicos e glicêmico e implicar na redução de risco e controle do quadro de patologias crônico-degenerativas como as doenças cardiovasculares. Para tanto, o presente estudo buscou avaliar a administração da polpa do fruto do tucumã- do-amazonas em ratos Wistar para avaliação do perfil lipídico (colesterol e triglicérides) e do perfil glicêmico.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da polpa do tucumã

Foram utilizados frutos do tucumã-do-amazonas maduros que foram selecionados e lavados em água corrente e descascados manualmente com faca inoxidável para a retirada da polpa. O armazenamento foi feito em um recipiente de vidro âmbar devidamente identificado e congelado.

Após todos os dias foram retirados 2g da polpa do tucumã-do-amazonas, que foram maceradas, diluídas em 10ml de água e filtradas com gaze.

Experimento

A metodologia foi protocolada sob o nº 007/12 e aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná – CEULJI/ULBRA. O experimento foi conduzido na Unidade Experimental do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA), onde foram selecionados dois grupos experimentais, cada um com sete ratos (*Rattus norvegicus* var. *albinus*) machos adultos da linhagem Wistar, com peso médio de 200g, sendo um grupo controle (CO) e outro grupo experimental (TU) submetido à administração da polpa do fruto do tucumã-do-amazonas por entubação gástrica durante 30 dias.

Durante o experimento, os ratos ficaram em gaiolas (máximo 4 ratos por gaiola), receberam água e ração *ad libitum* diariamente e foram mantidos em sala refrigerada com temperatura de 23°C e com ciclo claro-escuro devidamente programado de modo a atender as necessidades metabólicas dos animais.

Os ratos foram pesados diariamente sendo que, a dose utilizada foi de 0,1ml/10g de rato, onde o grupo (CO) recebeu água e o grupo (TU) recebeu a polpa de tucumã-do-Amazonas por gavagem diariamente. No 29º dia, os ratos ficaram em jejum por 24 horas antes da eutanásia.

Após os procedimentos supracitados, os animais foram eutanasiados e em seguida, retirados o sangue da aorta abdominal, o qual foi centrifugado em centrífuga para tubos (Quimis Q-222T) por 10 minutos a 3.500rpm para obtenção do plasma, que foi utilizado para realização das análises bioquímicas por quites enzimáticos-colorimétricos da empresa Laborclin Produtos para Laboratórios Ltda (Pinhais/PR, Brasil), seguindo o respectivo protocolo do colesterol total, dos triglicérides e da glicemia para posterior leitura em espectrofotômetro (Bio-Plus 2000).

Determinações dos parâmetros lipídicos e glicêmico

O perfil lipídico (colesterol total e triglicérides) foi determinado por quites enzimáticos-colorimétricos, onde, após executadas todas as reações abaixo especificadas, as amostras resultantes foram lidas em espectrofotômetro em 500nm.

Colesterol Total

Ésteres de colesterol são clivados a colesterol e ácidos graxos pelo colesterol-esterase, o colesterol resultante é oxidado enzimaticamente pela colesterol-oxidase a peróxido de hidrogênio e coles-4-em-3-ona. O peróxido de hidrogênio, em presença da peroxidase, reduz a ligação oxidativa do fenol com a 4-aminoantipirina e dá origem a um cromógeno.

Triglicérides

Os triacilgliceróis são convertidos pela lipase a glicerol e ácidos graxos, o glicerol a glicerol-3-fosfato pela glicerolquinase e o glicerol-3-fosfato resultante será oxidado enzimaticamente pelo glicerol-3-fosfato oxidase a peróxido de hidrogênio e di-hidroxiacetona fosfato. O peróxido de hidrogênio, em presença de peroxidase, produz a ligação oxidativa do 3,5-dicloro-2- hidroxibenzenosulfonato com a 4-AAP e dá origem a um cromógeno.

Glicose

Nesse método, a glicose é oxidada enzimaticamente pela glicose-oxidase (GOD). O peróxido de hidrogênio, em presença da peroxidase reage com a 4 aminoantiitina e Fenol, formando um cromógeno vermelho cereja cuja intensidade de cor é proporcional à concentração de glicose.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Na constatação de que forem satisfeitas as condições para aplicação dos testes estatísticos paramétricos de comparação de médias de amostras independentes, e em se tratando de dois grupos experimentais, as comparações foram realizadas pelo teste t de Student.

Nos conjuntos de dados em que não forem observadas distribuição normal e, principalmente, a homogeneidade das variâncias, o teste estatístico não-paramétricos Mann-Whitney será adotado.

Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão da média e as análises estatísticas realizadas pelo programa STATISTICA 12.0 (StatSoft), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, após as amostras serem analisadas, obteve-se um resultado significativo na diminuição do colesterol total nos animais que receberam o extrato da polpa do tucumã-do-amazonas, conforme mostra a figura 1, o grupo controle (CO) apresentou $62,7 \pm 7,86$ mg/dL e o grupo tucumã (TU) $45,64 \pm 4,11$ mg/dL ($p < 0,05$).

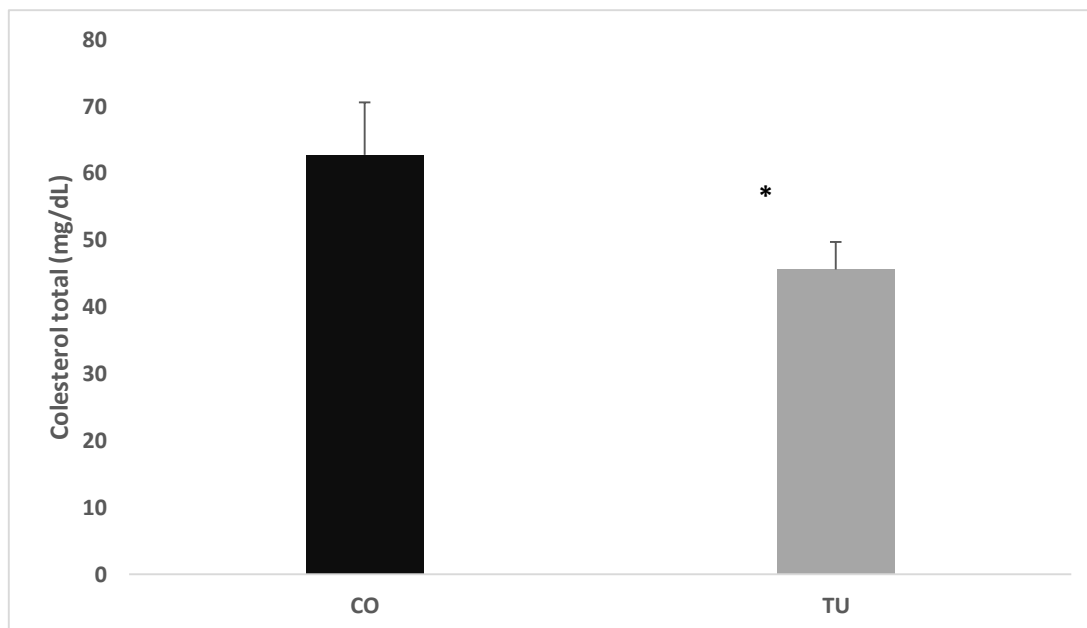


FIGURA 1 – Avaliação do efeito da ingestão da polpa do fruto do tucumã-do- Amazonas sobre o colesterol total. Sendo (CO) grupo controle e (TU) grupo que recebeu tucumã. Valores expressos como média \pm desvio padrão de 7 animais e analisados por teste t de Student. *Diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo controle (CO) ($p < 0,05$).

Os efeitos de vários produtos vegetais contra doenças crônicas foram atribuídos aos antioxidantes contidos neles. Deste modo, a ingestão de vegetais e frutas está inversamente associada ao risco de muitas doenças crônicas (ZHANG et al., 2015). As palmeiras, em geral, são ricas em óleos, terpenóides e compostos fenólicos. Os frutos de muitas espécies são notáveis por seu alto conteúdo de óleos saudáveis e compostos bioativos lipossolúveis (AGOSTINI-COSTA, 2018).

Estudos realizados com a polpa de tucumã-do-amazonas relataram a presença de flavonóides, tais como, quercetina, epicatequina, catequina, galato de epigallocatequina, e carotenóides, como o β -caroteno (GONÇALVES et al., 2010; SAGRILLO et al., 2015). Somado a isso, Silva e colaboradores (2018) analisaram o perfil de ácidos graxos no fruto, que mostrou a presença de ácido láurico (0,8%), mirístico (1,0%), palmítico (13,8%), esteárico (8,6%), oléico (62,0%) e linoléico (13,8%). Os ácidos graxos são componentes essenciais do metabolismo lipídico nas células, podendo sinalizar as vias intracelulares para desencadear uma ampla gama de respostas celulares (LIM et al., 2013).

Em conformidade, no estudo realizado por Souza e colaboradores (2017), os ratos tratados com o óleo dos frutos de *Euterpe oleracea*, que é rico em ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico (ω -9), e ácidos graxos saturados, como o ácido palmítico, ambos presentes no tucumã-do-amazonas, apresentaram uma redução do colesterol total e o colesterol LDL, o que contribui para a ação antiaterogênica do óleo, por meio da inibição da formação de placas ateromatosas no endotélio vascular dos ratos tratados.

De acordo com Jacobson e colaboradores (2015), a redução dos elevados níveis de colesterol aterogênico pode ocorrer por meio de múltiplas modalidades, incluindo estilo de vida e terapias medicamentosas. Portanto, o padrão alimentar interfere na chance de eventos ateroscleróticos, tendo em vista que diferentes padrões dietéticos modulam diferentes aspectos do processo aterosclerótico e fatores de risco cardiovasculares, como níveis lipídicos no plasma, metabolismo glicídico e fenômenos oxidativos (SANTOS et al., 2013).

No estudo de Gonçalves-de-Albuquerque e colaboradores (2016), apesar da dieta com ácido oléico não alterar a ingestão alimentar e o ganho de peso camundongos, ela diminuiu a

produção de espécies reativas de oxigênio, contribuindo também para a diminuição de doenças relacionadas ao estresse oxidativo.

O ácido esteárico, por sua vez, é considerado um ácido graxo saturado (AGS), também evidenciado em análises fitoquímicas do fruto de tucumã-do-Amazonas. Geralmente o consumo de AGS aumenta o risco de doenças ateroscleróticas (MENSINK et al., 2005). No entanto, o ácido esteárico é único entre os AGS dietéticos que não aumenta os níveis de colesterol plasmático (Hunter et al., 2009; Mensink et al., 2005). Conforme Jesch & Carr (2017) o ácido esteárico parece funcionar sistemicamente, incorporando-se nos fosfolípidios hepáticos e biliares, o que desestabiliza as micelas e reduz a solubilidade do colesterol.

Os dados disponíveis na literatura também evidenciam a presença de ácidos graxos poli-insaturados (ω -3 e ω -6) no óleo do tucumã-do-amazonas. Diferente do ácido oléico (ω -9), eles são considerados essenciais, ou seja, não são produzidos no organismo humano, devendo ser obtidos por meio da alimentação, sendo considerados os mais relevantes, nutricionalmente (BAZINET & CHU, 2014). Ademais, a organização mundial de saúde (OMS) recomenda a inserção de peixe na dieta, devido a presença de especificamente de dois ácidos graxos ômega-3, o ácido docosaexaenóico (DHA) e o ácido eicosapentaenóico (EPA), principalmente devido as evidências para redução do risco de doença coronariana e redução de triglicérides (TG) (KRIS-ETHERTON et al., 2009).

Em uma metanálise realizada por Eslick e colaboradores (2009), são fornecidas evidências da utilização do óleo de peixe na redução dos níveis de triglicerídeos (TG), sendo a suplementação considerada útil no tratamento primário da hipertrigliceridemia, tendo em vista que, evidências de estudos genéticos e observacionais associam níveis elevados de TG a um risco aumentado de eventos cardiovasculares (KARALIS, 2017).

Embora não ocorram os ômega 3 DHA e EPA em frutos, existe outro importante ácido graxo ω -3, o ácido graxo linolênico (ALA) de origem vegetal (SANTOS et al., 2013), que possui significativamente menos estudos que os demais (STARK et al., 2008), mas que pode também estar relacionado a diminuição dos níveis séricos de colesterol.

Estudos demonstram que o ALA reduz a gordura corporal em animais e humanos (CARVALHO et al., 2013; DILZER E PARK, 2012). Cardoso e colaboradores (2018) observaram que fontes lipídicas ricas em ALA e DAS (ácido estearidônico) podem neutralizar os efeitos cardiovasculares indesejáveis de uma dieta hipercalórica baseada na gordura do leite. Ademais, em uma análise prospectiva de mais de 45 mil homens do *Health Professionals Follow-up Study*, o consumo de ácido graxo ω -3, tanto de origem marinha como vegetal, associou-se à redução do risco cardiovascular (MOZAFFARIAN et al., 2005).

Outro composto encontrado no tucumã-do-amazonas que está relacionado a diminuição do colesterol, são os flavonóides. Diversos estudos científicos têm destacado uma forte correlação entre dietas ricas em flavonóides e redução do risco de doenças cardiovasculares (CAPPELLO et al., 2016).

No estudo realizado por Li e colaboradores (2013), a maior ingestão de flavonóides na dieta foi associada com a melhoria do perfil lipídico em mulheres chinesas. Outras pesquisas evidenciam a influência dos flavonóides na redução das lesões ateroscleróticas que estão relacionadas ao nível de colesterol (AMRAN et al., 2010; AHMED et al., 2017).

Ibrahim e colaboradores (2017) estudando a espécie *Baccaurea angulata* justificou que os compostos antioxidantes da espécie, entre eles os flavonóides, podem ser responsáveis pela proteção do LDL contra a oxidação. A relação dos flavonóides com redução da oxidação de LDL e modulação da aterosclerose também foi evidenciado por Hasan e colaboradores (2014), onde os flavonóides inibiram a agregação e a adesão de plaquetas no sangue.

Além dos flavonóides, outra classe de fotoquímico importante na diminuição do colesterol encontrado no tucumã- da- Amazônia, são os carotenóides. De acordo com a revisão feita por Kulczyński e colaboradores (2017), entre os efeitos cardioprotetores dos carotenóides,

estão os efeitos hipolipemiantes, que envolvem a diminuição do colesterol total, LDL e triglicérides.

Outra evidência da atividade dos carotenóides no perfil lipídico foi demonstrado no estudo de Salen (2015), onde o licopeno e o β -caroteno, e/ou a mistura destes, produziram uma redução significativa dos níveis séricos de colesterol total, LDL e níveis séricos de triglicérides, e uma elevação significativa dos níveis séricos de HDL em ratos submetidos a uma dieta hiperlipídica.

A diminuição do colesterol e a relação com a presença de carotenóides, também foi observada na pesquisa de Gondi e colaboradores (2015), onde a suplementação de pó da casca da manga a ratos diabéticos resultou em redução significativa nos níveis de triglicérides plasmáticos, colesterol total e LDL-C. No trabalho de Oliveira e colaboradores (2017), o óleo de pequi, rico em ácido oléico (ω -9) e carotenóides, reduziu as triglicérides hepáticas (TG).

Igualmente, o estudo de Ryu e colaboradores (2014) com a *Chlorella*, uma alga verde unicelular que é amplamente comercializada como um suplemento dietético, sugere que os possíveis efeitos dessa alga sobre os lipídios séricos podem ser causados pela supressão da absorção lipídica intestinal, atribuível ao aumento dos níveis de carotenóides altamente polares da *Chlorella*.

Curiosamente, a presença de ácidos graxos insaturados no tucumã-da-amazônia pode auxiliar na disponibilidade de carotenóides, tendo em vista que os lipídios dietéticos são considerados como um fator importante para a biodisponibilidade destes compostos (UNLU et al., 2005). Goltz e colaboradores (2012) em seu estudo observaram que o óleo de canola rico em ácidos graxos monoinsaturados tendeu a aumentar a absorção de luteína e α -caroteno em comparação com a manteiga rica em ácidos graxos saturados.

Outros dois fatores importantes associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, são a hiperglicemia (BONAMICHI et al., 2017) e a hipertrigliceridemia (KARALIS, 2017). Nas figuras 2 e 3 podemos observar os resultados obtidos das análises bioquímicas de triglicérides e glicemia, respectivamente, na qual a administração do fruto do tucumã-do-amazonas não promoveu alterações nos níveis plasmáticos de triglicérides CO ($86,7 \pm 9,12$ mg/dL) e TU ($67,64 \pm 25,00$ mg/dL) e de glicemia CO ($177,58 \pm 15,81$ mg/dL) e TU ($171,85 \pm 9,26$ mg/dL).

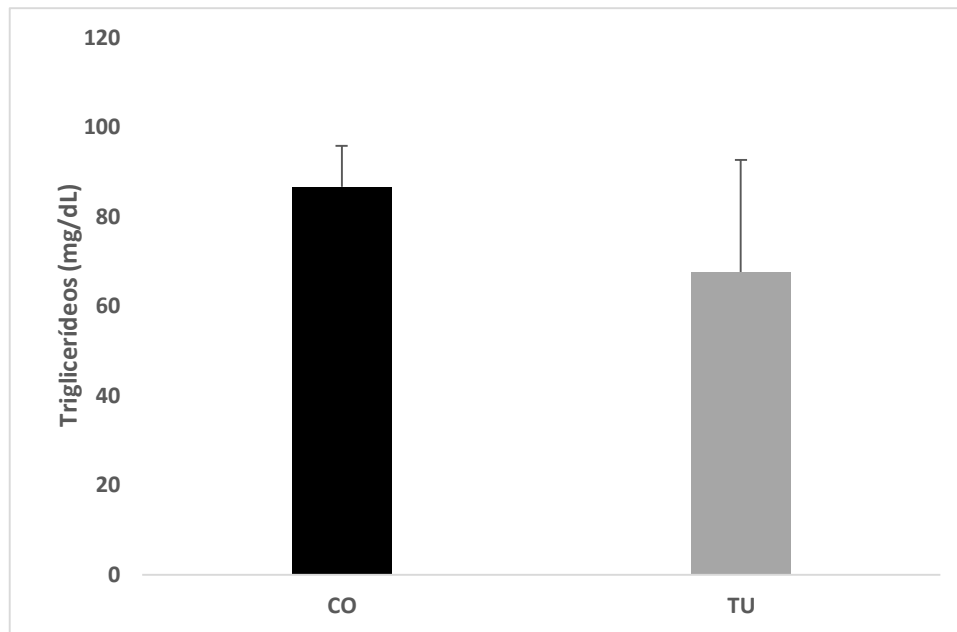


FIGURA 2 – Avaliação do efeito da ingestão da polpa do fruto do tucumã-do-Amazonas sobre o triglicerídeo. Sendo (CO) grupo controle e (TU) grupo que recebeu tucumã. Valores expressos como média \pm desvio padrão de 7 animais e analisados por teste t de Student.

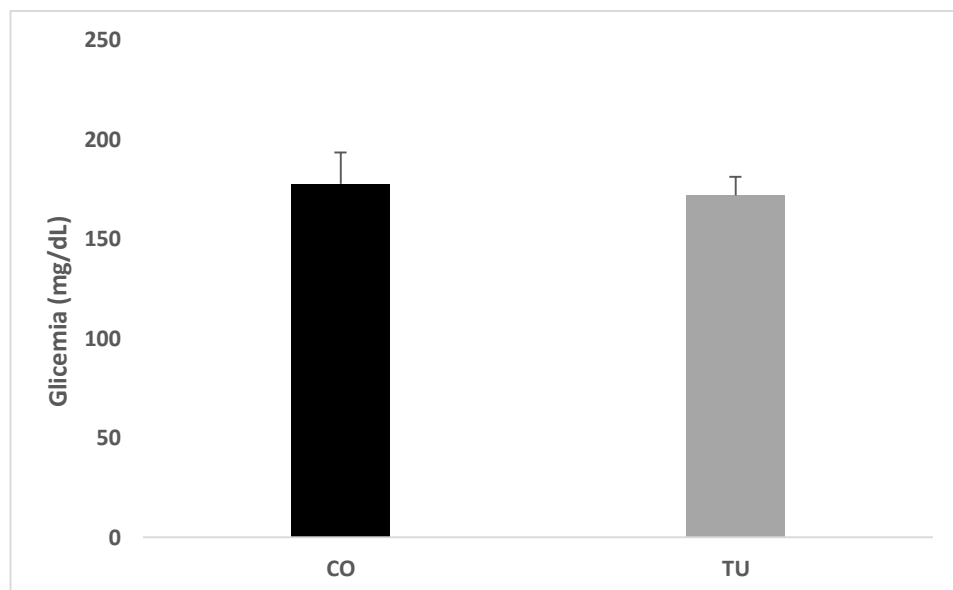


FIGURA 3 – Avaliação do efeito da ingestão da polpa do fruto do tucumã sobre a glicemia. Sendo (CO) grupo controle e (TU) grupo que recebeu tucumã. Valores expressos como média \pm desvio padrão de 7 animais e analisados por teste t de Student.

Embora vários estudos (WENDLAND et al., 2006; DJOUSSÉ et al., 2011; BROSTOW et al., 2011; AKBARI et al., 2018) tenham relacionado o ácido graxo linoléico (ω -6) à diminuição do nível de triglicerídeos e glicemia, no presente estudo não foi observado alterações significativas nesses parâmetros, o que pode ter sido influenciado pela dosagem e fonte do composto.

Corroborando com o resultado deste estudo, Aquino e colaboradores (2017) observaram que ratos alimentados com biscoitos feitos com óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*), apresentaram menor colesterol total e LDL que o controle, no entanto não foram observadas alterações nos níveis de glicose no sangue.

Em conformidade, Maia e colaboradores (2014) observaram que o tratamento utilizando ração feita com 300g do fruto tucumã-do-amazonas não apresentou efeito hipoglicemiante sobre ratos *Wistar*, visto que os animais apresentaram concentrações elevadas da glicose plasmática. Segundo os autores, esse resultado pode estar relacionado ao teor elevado de ácidos graxos presente nos frutos, que tem a capacidade de aumentar a quantidade de gordura no organismo, fazendo com que seja desenvolvido uma resistência à ação da insulina favorecendo o aumento da concentração plasmática de glicose. Entretanto, neste mesmo estudo, os autores observaram que os animais que receberam tucumã-do-amazonas apresentaram maiores valores absolutos para triglicerídeos. O que difere do observado no presente estudo, onde não houve alteração no nível plasmático de triglicerídeos nos animais que receberam o fruto.

Contudo, no estudo realizado por Baldissera (2017a) investigando o efeito da administração oral do óleo da polpa de tucumã-do-pará (*A. vulgare*), espécie de mesmo gênero, nos níveis de glicose e insulina de ratos diabéticos, induzidos por aloxano, utilizando a dose de 5 mL/kg, o tratamento de camundongos diabéticos com óleo da polpa de tucumã-do-pará por via oral reduziu a glicemia e aumentou os níveis plasmáticos de insulina. Deste modo, o tratamento com óleo de tucumã-do-pará apresentou efeito hipoglicêmico.

De acordo com Costa e colaboradores (2016), em uma análise comparativa entre os óleos das duas espécies, o óleo do tucumã-do-amazonas apresenta quantidades superiores de ácido oléico (ω -9) e ácido linoléico (ω -3), ambos ácidos graxos insaturados, que podem contribuir para a modulação do metabolismo de lipídeos e carboidratos.

Deste modo, embora não tenham sido observadas mudanças significativas nos níveis de glicemia e triglicerídeos, a diminuição do colesterol total nos camundongos já é uma evidência do potencial biológico do tucumã-do-amazonas sobre doenças relacionadas ao colesterol elevado, como a aterosclerose.

CONCLUSÃO

Portanto, por meio da pesquisa realizada, pode-se observar que o fruto do tucumã-do-amazonas (*Astrocatyum aculeatum* G. Mey), na concentração utilizada, apresenta efeito hipolipidêmico, ou seja, causou diminuição do colesterol total, o que pode estar relacionado aos fitoquímicos e ácidos graxos presentes nos frutos. Deste modo, a ingestão deste pode promover alterações positivas no metabolismo lipídico e consequente redução dos fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

No entanto, neste estudo não foi observado diminuição significativa da concentração plasmática de glicose e triglicerídeos. Sendo necessários mais estudos que avaliem esses efeitos, por período mais longo, dosagens diferentes, ou utilizando animais tratados com dietas hipercalóricas hiperlipídicas e/ou hiperglicídicas, de modo a aprimorar a compreensão de resultados sobre esses parâmetros.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná (UniSL), à Universidade Federal de Roraima (UFRR) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in Africa and the Americas—a review. *J. Ethnopharmacol*, v. 224, p. 202-229, 2018.
- AHMED, I.A.; MIKAIL, M.A.; IBRAHIM, M. *Baccaurea angulata* fruit juice ameliorates altered hematological and biochemical biomarkers in diet-induced hypercholesterolemic rabbits. *Nutr Res*, v. 42, p.31-42, 2017.
- AKBARI, M.; OSTADMOHAMMADI, V.; LANKARANI, K.B.; TABRIZI, R.; KOLAHDOOZ, F.; KHATIBI, S.R.; ASEMI, Z.; et al. The effects of alpha-lipoic acid supplementation on glucose control and lipid profiles among patients with metabolic diseases: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Metabolism*, v. 87, p. 56-69, 2018.
- AQUINO, J.S.; VASCONCELOS, M.H.A.; PESSOA, D.C.N.P.; SOARES, J.K.B.; PRADO, J.P.S, MASCARENHAS R.J., et al. Intake of cookies made with buriti oil (*Mauritia flexuosa*) improves vitamin A status and lipid profiles in young rats. *Food Funct*, v. 7, n. 10, p. 4442-4450, 2016.
- AMRAN, A.A.; ZAKARIA, Z.; OTHMAN; F.; DAS, S.; RAJ; S.; NORDIN; N.A.M. Aqueous extract of *Piper sarmentosum* decreases atherosclerotic lesions in high cholesterol experimental rabbits. *Lipids Health Dis*, v. 9, p. 1-6, 2010.
- BALDISSERA, M.D.; SOUZA, C.F.; GRANDO, T.H.; COSSETIN, L.F.; SAGRILLO, M.R.; NASCIMENTO, K.; et al. Antihyperglycemic, antioxidant activities of tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) in alloxan-induced diabetic mice, and identification of fatty acid profile by gas chromatograph: New natural source to treat hyperglycemia. *Chem Biol Interact*, v. 270, p. 51-58, 2017.
- BAZINET, R.P.; CHU, M.W. Omega-6 polyunsaturated fatty acids: Is a broad cholesterol-lowering health claim appropriate? *CMAJ*, v. 186, n. 6, p. 434-439, 2014.
- BONAMICHI, B.D.; PARENTE, E.B.; CAMPOS, A.C.; CURY, A.N.; SALLES, J.E. Hyperglycemia effect on coronary disease in patients with metabolic syndrome evaluated by intracoronary ultrasonography. *PLoS One*, v. 12, n. 2, e0171733, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171733>.
- BROSTOW, D.P.; ODEGAARD, A.O.; KOH, W.P.; DUVAL, S.; GROSS, M.D.; YUAN, J.M.; et al. Omega-3 fatty acids and incident type 2 diabetes: the Singapore Chinese Health Study. *Am J Clin Nutr*, v. 94, n. 2, p. 520-526, 2011.
- CAPPELLO, A.R.; DOLCE, V.; IACOPETTA, D.; MARTELLO, M.; FIORILLO, M.; CURCIO, R.; et al. Bergamot (*Citrus bergamia Risso*) flavonoids and their potential benefits in human hyperlipidemia and atherosclerosis: an overview. *Mini Rev Med Chem*, v. 16, n. 8, p. 619-629, 2016.
- CARDOSO, C.; MARTINHO, J.P.; LOPES, P.A.; MARTINS, S.; CORREIA, J.; AFONSO, C.; et al. Stearidonic acid combined with alpha-linolenic acid improves lipemic and

neurological markers in a rat model subject to a hypercaloric diet. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, v. 135, p. 137-146, 2018.

CARNEIRO, A.B.A.; PINTO, E.J.S.; RIBEIRO, I.F.; MAGALHÃES, M.R.G.; MONTEIRO NETO, M.A.B. Efeito da *Astrocaryum aculeatum* (Tucumã) na toxicidade da doxorubicina: modelo experimental in vivo. *Acta Paul Enferm*, v. 30, n. 3, p. 233-239, 2017.

CARVALHO, R.P.; LEMOS, J.G.; SALES, R.S.A.; MARTINS, M.G.; NASCIMENTO, C.H.; BAYONA, M.; et al. The consumption of red pupunha (*Bactris gasipaes kunth*) increases hdl cholesterol and reduces weight gain of lactating and post-lactating wistar rats. *J Aging Res Clin Pract*, v. 2, n. 3, p. 257-260, 2013.

COLETTE, C.; PERCHERON, C.; PARES-HERBUTE, N.; MICHEL, F.; PHAM, TC.; BRILLANT, L.; et al. Exchanging carbohydrates for monounsaturated fats in energy-restricted diets: effects on metabolic profile and other cardiovascular risk factors. *Int J Obes Relat Metab Disord*, v. 27, n. 6, p. 648-656, 2003.

COSTA, B.E.T.; SANTOS, O.V.D.; CORRÊA, N.C.F.; FRANÇA, L.F.D. Comparative study on the quality of oil extracted from two tucumã varieties using supercritical carbon dioxide. *Food Sci. Technol*, v. 36, n. 2, 2016.

DIDONET, A.A.; FERRAZ, I.D.K. O comércio de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) nas feiras de Manaus. *Rev. Bras. Frutic*, v. 36, p. 353-362, 2014.

DILZER, A.; PARK, Y. Implication of conjugated linoleic acid (CLA) in human health. *Crit Rev Food Sci Nutr*, v. 52, n. 6, p. 488-513, 2012.

DJOUSSÉ, L.; BIGGS, M.L.; LEMAITRE, R.N.; KING, I.B.; SONG, X.; IX, J.H.; et al. Plasma omega-3 fatty acids and incident diabetes in older adults. *Am J Clin Nutr*, v. 94, n. 2, p. 527-533, 2011.

ESLICK, G.D.; HOWE, P.R.C; SMITH, C.; PRIEST, R.; BENSOUSSAN, A. Benefits of fish oil supplementation in hyperlipidemia: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*, v. 136, n. 1, p. 4-16, 2009.

FERREIRA RAMOS, S.L.; MACEDO, J.L.V; LOPES, S.S.; FERREYRA RAMOS, L.F. Técnicas para facilitar a germinação das sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer). Embrapa Amazônia Ocidental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2009. Disponível:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/697119/1/ComTec772009.pdf>>.

Acesso em 12 de julho de 2019.

GOLTZ, S.R.; CAMPBELL, W.W.; CHITCHUMROONCHOKCHAI, C.; FAILLA, M.L.; FERRUZZI, M.G. Meal triacylglycerol profile modulates postprandial absorption of carotenoids in humans. *Mol Nutr Food Res*, v. 56, n. 6, p. 866-877, 2012.

GONCALVES, A.E.S.S.G; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *J Agric Food Chem*, v. 58, n. 8, p. 4666-4674, 2010.

GONÇALVES-DE-ALBUQUERQUE, C.F.; MEDEIROS-DE-MORAES, I.M.; OLIVEIRA, F.M.J.; BURTH, P.; BOZZA, P.T.; FARIA, M.V.C; et al. Omega-9 oleic acid induces fatty acid oxidation and decreases organ dysfunction and mortality in experimental sepsis. PLoS One, v. 11, n. 4, e0153607, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153607>.

GONDI, M.; BASHA; S.A.; BHASKAR; J.J.; SALIMATH, P.V.; RAO, U.J. Anti- diabetic effect of dietary mango (*Mangifera indica L.*) peel in streptozotocin- induced diabetic rats. J Sci Food Agric, v. 95, n. 5, p. 991-999, 2015.

HAN, S.H.; NICHOLLS, S.J.; SAKUMA, I.; ZHAO, D.; KOH, K.K. Hypertriglyceridemia and cardiovascular diseases: revisited. Korean Circ J, v. 46, n. 2, p. 135-144, 2016.

HASAN, S.T.; ZINGG, J.M.; KWAN, P.; NOBLE, T.; SMITH, D.; MEYDANI, M. Curcumin modulation of high fat diet-induced atherosclerosis and steatohepatosis in LDL receptor deficient mice. Atherosclerosis, v. 232, n. 1, p. 40-51, 2014..

HUNTER, J.E.; ZHANG, J.; KRIS-ETHERTON, P.M. Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review. Am J Clin Nutr, v. 91, n. 1, p. 46-63, 2010.

IBRAHIM, M.; AHMED, I.A.; MIKAIL, M.A.; ISHOLA, A.A.; DRAMAN, S.; ISA, M.L.M., et al. *Baccaurea angulata* fruit juice reduces atherosclerotic lesions in diet-induced Hypercholesterolemic rabbits. Lipids Health Dis, v. 16, p. 1-8, 2017.

JACOBSON, T.A.; ITO, M.K.; MAKI, K.C.; ORRINGER, C.E.; BAYS, H.E.; JONES, P.H.; et al. National lipid association recommendations for patient-centered management of dyslipidemia: part 1—full report. J Clin Lipidol, v. 9, n. 2, p. 129-169, 2015.

JESCH, E.D.; CARR, T.P. Food ingredients that inhibit cholesterol absorption. Prev Nutr Food Sci, v. 22, n. 2, p. 67-80, 2017.

KAHN, F. El género *Astrocaryum (Arecaceae)*. Rev Peru Biol, v. 15, p. 31-48, 2008.

KARALIS, D.G. A review of clinical practice guidelines for the management of hypertriglyceridemia: a focus on high dose omega-3 fatty acids. Adv Ther, v. 34, n. 2, p. 300-323, 2017.

KRIS-ETHERTON, P.M.; GRIEGER, J.A.; ETHERTON, T.D. (2009). Dietary reference intakes for DHA and EPA. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids, v. 81, n. 2-3, p. 99-104, 2009.

KULCZYŃSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.; KOBUS-CISOWSKA, J.; KMIECIK, D. The role of carotenoids in the prevention and treatment of cardiovascular disease—current state of knowledge. J Funct Foods, v. 38, p. 45-65, 2017.

LARSSON, S.C.; VIRTAMO, J.; WOLK, A. Total and specific fruit and vegetable consumption and risk of stroke: a prospective study. Atherosclerosis, v. 227, n. 1, p. 147-152, 2013.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C.; *Arecaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22080>>. Acesso em 12 Jul 2019.

LI, G.; ZHU, Y.; ZHANG, Y.; LANG, J.; CHEN, Y.; LING, W. Estimated daily flavonoid and stilbene intake from fruits, vegetables, and nuts and associations with lipid profiles in Chinese adults. *J Acad Nutr Diet*, v. 113, n. 6, p. 786-794, 2013.

LIM, J.H.; GERHART-HINES, Z.; DOMINY, J.E.; LEE, Y.; KIM, S.; TABATA, M.; et al. Oleic acid stimulates complete oxidation of fatty acids through protein kinase A-dependent activation of SIRT1-PGC1 α complex. *J Biol Chem*, v. 288, n. 10, p. 7117-7126, 2013.

MAIA, G.C.H.M.; CAMPOS, M.S.; BARROS-MONTEIRO, J.; CASTILLO, J.E.L.; FALEIROS, M.S.; SALES, R.S.A.; et al. Effects of *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Tucumã) on diet-induced dyslipidemic rats. *J Nutr Metab*, v. 2014, p. 1-9, 2014.

MENSINK, R.P. Effects of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. *Lipids*, v. 40, n. 12, p. 1201-1205, 2005.

MOZAFFARIAN, D.; ASCHERIO, A.; HU, F.B.; STAMPFER, M.J.; WILLET, W.C.; SISCOVICK, D.S.; et al. Interplay between different polyunsaturated fatty acids and risk of coronary heart disease in men. *Circulation*, v. 111, n. 2, p. 157-164, 2005.

OLIVEIRA, L.G.; MORENO, L.G.; MELO, D.S.; COSTA-PEREIRA, L.V.; CARVALHO, M.M.F.; SILVA, P.H.E.; et al. *Caryocar brasiliense* oil improves cardiac function by increasing Serca2a/PLB ratio despite no significant changes in cardiovascular risk factors in rats. *Lipids Health Dis*, v. 16, n. 37, p. 1-8, 2017.

OLIVEIRA, S.F.; MOURA NETO, J.P.; SILVA, K.E.R. Uma revisão sobre a morfoanatomia e as propriedades farmacológicas das espécies *Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart. *Sci. Amazon*, v. 7, p. 18-28, 2018.

PISTROSCH, F.; NATALI, A.; HANEFELD, M. Is hyperglycemia a cardiovascular risk factor?. *Diabetes Care*, v. 34, n. 2, p. 128-131, 2011.

RYU, N.H.; LIM, Y.; PARK, J.E.; KIM, J.; KIM, J.Y.; KWON, S.W.; KWON, O. Impact of daily *Chlorella* consumption on serum lipid and carotenoid profiles in mildly hypercholesterolemic adults: a double-blinded, randomized, placebo-controlled study. *Nutr J*, v. 13, n. 57, p. 1-8, 2014.

SACKS, F.M.; LICHTENSTEIN, A.H.; WU, J.H.; APPEL, L.J.; CREAGER, M.A.; KRIS-ETHERTON, P.M. Dietary fats and cardiovascular disease: a presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*, v. 136, p. 249-259, 2017.

SAGRILLO, M.R.; GARCIA, L.F.M.; SOUZA FILHO, O.C.; DUARTE, M.M.M.F.; RIBEIRO, E.E.; CADONÁ, F.C.; et al. Tucuma fruit extracts (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) decrease cytotoxic effects of hydrogen peroxide on human lymphocytes. *Food Chem*, v. 173, p. 741-748, 2015.

SALEM, S.A. Effect of two carotenoids (lycopene and β -carotene) supplementation on hyperlipidemia and lipid peroxidation in experimental albino rats. J high institute of Public Health, v. 45, n. 1, p. 1-7, 2015.

SANTOS M., MAMEDE R., RUFINO M., BRITO E., ALVES R. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. Antioxidants (Basel), v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

SANTOS, R.D., GAGLIARDI, A.C.M.; XAVIER, H.T.; MAGNONI, C.D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A.M.P; et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. Arq. bras. Cardiol, v. 100, n. 1, p. 1-40, 2013.

SHANLEY, P.; CYMERYYS, M.; SERRA, M.; MEDINA, G. Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. FAO/CIFOR/PPI 2012. Disponível: < <http://www.fao.org/3/i2360s/i2360s.pdf>.> Acesso em 12 de Jul de 2019.

SILVA, M.B.; PEREZ, V.H.; PEREIRA, N.R.; SILVEIRA, T.C.; SILVA, N.R.F; ANDRADE, C.M.; et al. Drying kinetic of tucum fruits (*Astrocaryum aculeatum Meyer*): physicochemical and functional properties characterization. J Food Sci Technol, v. 55, n. 5, p. 1656-1666, 2018.

SOUZA, B.S.F; CARVALHO, H.O.; TAGLIALEGNA, T.; BARROS, A.S.A; CUNHA, E.L.; FERREIRA, I.M. Effect of *Euterpe oleracea Mart.* (Acai) Oil on dyslipidemia caused by *cocos nucifera L.* Saturated Fat in Wistar Rats. J Med Food, v. 20, n. 9, p. 830-837, 2017.

STARK, A.H.; CRAWFORD, M.A.; REIFEN, R. Update on alpha-linolenic acid. Nutr Rev, v. 66, n. 6, p. 326-332, 2008.

UNLU, N.Z.; BOHN, T.; CLINTON, S.K.; SCHWARTZ, S.J. Carotenoid absorption from salad and salsa by humans is enhanced by the addition of avocado or avocado oil. J Nutr, v. 135, n. 3, p. 431-436, 2005.

WENDLAND, E.; FARMER, A.; GLASZIOU, P.; NEIL, A. Effect of α linolenic acid on cardiovascular risk markers: a systematic review. Heart, v. 92, n. 2, p. 166-169, 2006.

ZÁRATE, A.; MANUEL-APOLINAR, L.; SAUCEDO, R.; HERNÁNDEZ-VALENCIA, M.; BASURTO, L. Hypercholesterolemia as a risk factor for cardiovascular disease: current controversial therapeutic management. Arch Med Res, v. 47, n. 7, p. 491-495, 2016.

ZHANG, Y.J.; GAN, R.Y.; LI, S.; ZHOU, Y.; LI, A.N.; XU, D.P.; et al. Antioxidant Phytochemicals for the Prevention and Treatment of Chronic Diseases. Molecules, v. 20, n. 12, p. 138-156, 2015.