



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102020005993-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102020005993-9

(22) Data do Depósito: 25/03/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 05/10/2021

(51) Classificação Internacional: A23P 10/30.

(52) Classificação CPC: A23P 10/30.

(54) Título: MICROCÁPSULAS DA POLPA DE AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART.), PROCESSO DE OBTENÇÃO MICROCÁPSULAS DE AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART.) E USOS

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 24464109000148. Endereço: AV. LOURIVAL MELO MOTA, S/N, TABULEIRO DO MARTINS, MACEIÓ, AL, BRASIL(BR), 57072-970, Brasileira

(72) Inventor: PAULA CAVALCANTE AMÉLIO SILVA CEDRIM; IRINALDO DINIZ BASÍLIO JÚNIOR; VALDEMIR DA COSTA SILVA; CLINSTON PAULO DE ALMEIDA; ADRIANA SANTOS RIBEIRO; LUCIANO APARECIDO MEIRELES GRILLO; CAMILLA CAMERINO SANTANA DAVINO FREIRE; FERNANDA GENY CALHEIROS SILVA; GUSTAVO ANTÔNIO DE LIMA ANTUNES; TICIANO GOMES DO NASCIMENTO; ELENITA MARINHO ALBUQUERQUE BARROS; JOSEALDO TONHOLO; JOHNNATAN DUARTE DE FREITAS; JONAS DOS SANTOS SOUSA.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 25/03/2020, observadas as condições legais

Expedida em: 16/06/2026

Assinado digitalmente por:

Alexandre Dantas Rodrigues

Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção

**"MICROCÁPSULAS DA POLPA DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.),
PROCESSO DE OBTENÇÃO MICROCÁPSULAS DE AÇAÍ (*Euterpe
oleracea* Mart.) E USOS"**

[001] A invenção se propõe a desenvolver uma composição de MICROCÁPSULAS DE POLPA DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart) com funções nutricionais, funcionais e nutracêutica, devido às diversas propriedades medicinais do açaí, como ação antioxidante, anti-inflamatória, hipoglicemiante, cardioprotetora, anti-hipertensiva, prevenção de câncer, dentre outras. Contudo, a polpa de açaí apresenta alguns aspectos negativos, como fácil degradação pela incidência de luz, termo-degradação, fácil fermentação quando estocada a temperatura ambiente e que podem dificultar sua aplicação no desenvolvimento de composições, em alimentos nutracêuticos e bebidas geladas, sorvetes e mousse. Dessa forma, torna-se imprescindível sua modificação, como por exemplo sua microencapsulação com agentes encapsulantes adequados, a fim de mascarar e estabilizar os compostos fenólicos e seus constituintes lipídicos. Além disso, pretende-se obter composições com liberação imediata no trato gastrintestinal e estáveis físico-quimicamente. Os microencapsulados de polpa de açaí utilizam adjuvantes alimentícios protéicos, apresenta potencial aplicação como agentes auxiliares para prevenção de doenças e para manter o bem-estar, além de suas propriedades benéficas para saúde. Por fim, objetiva-se desenvolver composições de polpa de açaí no estado sólido com propriedades benéficas para a saúde, com características

sensoriais atrativas, com aplicabilidade prática em alimentos nutraceuticos, e que também podem ser adicionados à sorvetes, bebidas geladas, mousses, além de produzir cápsulas farmacêuticas contendo os princípios ativos do açaí ou ainda como suplementos alimentícios para atletas de alta performance devido a suas propriedades antioxidantes e na prevenção de diabetes e pré-diabetes devido as suas propriedades hipoglicemiantes.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] O açaizeiro é uma palmeira típica encontrada nas planícies de inundação ao longo do estuário do rio Amazonas que apresenta cachos com drupe globosa com diâmetro variando de 1 a 2 cm, com epicóptero de uma semente amarelada e marrom, camada dura e muito fina que pode ser verde, conhecido como açaí branco, ou púrpura conhecido como açaí escuro de acordo com a variedade, e um mesocarpo com 1 a 2 mm de espessura (NERI-NUMA, I.A et al. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food research international**, v. 103, p. 345-360, 2018).

[003] Embora na terminologia vulgar seja mais conhecida como açaí, outras denominações são de uso freqüente nas áreas de ocorrência na Amazônia brasileira, porém de forma mais restrita, destacando-se os seguintes nomes: açaí do Pará, açaí do baixo amazonas, açaí de touceira, açaí de planta, juçara e juçara de touceira. Os dois últimos nomes são bastante usados no Estado do Maranhão. Convém ressaltar, ainda, que as outras espécies, do mesmo táxon genérico,

ocorrentes na Amazônia, são igualmente denominadas de açaí, daí *E. oleracea* ser também chamada, em alguns locais, de açaí verdadeiro (DE OLIVEIRA, M.S.; DE CARVALHO, J.E.U. ; DO NASCIMENTO, W.M.O. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Funep, 2000).

[004] Segundo a Legislação do Ministério da Agricultura (BRASIL, Ministério da Agricultura. Coordenação de Inspeção Vegetal. Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, art. 87, inciso II. Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa das seguintes frutas: acerola, cacau, cupuaçu, graviola, açaí, maracujá, caju, manga, goiaba, pitanga, uva, mamão, cajá, melão, mangaba, e para suco das seguintes frutas: maracujá, caju, caju alto teor de polpa, caju clarificado ou cajuína, abacaxi, uva, pêra, maçã, limão, lima ácida e laranja. Diário Oficial, Brasília, DF. Nº 01, DE 7 DE JANEIRO DE 2000) o fruto do açaí é classificado de acordo com a quantidade de sólidos totais em: grosso (Tipo A), que possui 14% de sólidos totais e aparência muito densa; em médio (Tipo B), que possui de 11% a 14% de sólidos totais e aparência densa; e fino (Tipo C), que contém de 8 a 11% de sólidos totais e aparência pouco densa.

[005] Com o crescimento do mercado, esse produto passou a ser consumido também nas grandes capitais brasileiras, atingindo até alguns países como Japão, China e Estados Unidos (MENEZES, E.M.S; TORRES, A.T; SRUR, A.U.S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amaz**, v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008). Todas as partes do açaí podem ser utilizadas, tanto a caroço que

corresponde a 85% do peso total quanto a polpa que representa 15%, e o fruto não é só utilizado nas indústrias alimentícia e farmacêutica, mas também nas indústrias de cosméticos e automobilística.

[006] O açaí vem sendo considerado uma superfruta devido a sua composição nutricional, chegando a ser considerado um alimento funcional, rico em proteínas, fibras, lipídios, vitamina E, e minerais como magnésio, ferro, cobre, boro e cromo, já a quantidade de carboidratos como glicose, frutose e sacarose é relativamente baixa entre 2,96% e 3,55% do total de recomendação do dia (MATIAS DOS SANTOS, G. et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleácea* Mart). **Archivos latinoamericanos de nutricion**, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008; DE LIMA YAMAGUCHI, K. K. et al. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015).

[007] Dias-Souza et al., 2018 (DIAS-SOUZA, M. V. et al. *Euterpe oleracea* pulp extract: Chemical analyses, antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus*, cytotoxicity and interference on the activity of antimicrobial drugs. *Microbial pathogenesis*, v. 114, p. 29-35, 2018) em seu estudo encontraram que o teor de carboidratos e proteínas das amostras estavam dentro dos valores estabelecidos pela legislação brasileira, $0,21 \pm 0.13$ g/g para carboidratos e $1,4 \pm 0.75$ g/g para proteínas.

[008] O alto teor de lipídios do açaí confere ao produto um elevado valor energético, representam 70-90% do total de calorias encontradas no suco, representados pelo ácido

oléico e ácido palmítico. O alto teor de lipídios dá o suco de açaí um valor energético duas vezes superior às encontradas no leite (50 kcal/100 mL) (MENEZES, E.M.S; TORRES, A.T; SRUR, A.U.S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amaz**, v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008; DE SOUZA, M.O. et al. Diet supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. *Nutrition*, v. 26, n. 7, p. 804-810, 2010). Assim, o consumo deste fruto proporciona uma boa ingestão de mono- e poli-insaturados.

[009] No quadro 1 pode-se observar a composição centesimal do fruto achado por diversos autores.

[010] Os diferentes valores nos resultados publicados são, provavelmente, devido ao processamento industrial, mas outro motivo pode ser a alta variabilidade genética das espécies, o solo em que foi plantado, a sazonalidade, tempo de colheita, época de maturação entre outros.

Quadro 1 - Composição centesimal do açaí (*Euterpe oleracea*) por diferentes autores em 100g do fruto.

Nutrientes	Neida e Elba (2007)	Menezes; Torres e Srur (2008)	Fernandes et al. (2016)
Energia (Kcal)	-	489,39	546,24
Carboidrato(g)	31,6-48,8	42,53	37,87
Proteína(g)	13,8-15,9	8,13	9,5
Lipídios (g)	33,1- 49,4	40,75	39,64
Fibra (g)	20-30,9	-	12,63
Cálcio (mg)	182-373	330	-
Potássio (mg)	466-697	900	-
Magnésio (mg)	79-112	124,14	-
Ferro (mg)	15-23	4,5	-
Zinco (mg)	2-6	2,82	-

NEIDA, S.; ELBA, S. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. **Archivoslatinoamericanos de nutrición**, v. 57, n. 1, p. 94, 2007; MENEZES, E.M.S; TORRES, A.T; SRUR, A.U.S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amaz**, v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008; FERNANDES, E.T.M. B. et al. Physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat cupuaçu and açaí nectar: characterization and changes during storage. **Food Science and Technology(Campinas)**, v. 36, n. 3, p. 413-420, 2016).

[011] A polpa do fruto por apresentar funções nutritivas e terapêuticas, tornou-se cada vez mais objeto de estudo, atribuído principalmente à sua ação antioxidante, que parece contribuir para a prevenção de doenças. Entre os antioxidantes que se destacam e estão presentes na polpa do fruto, são, as antocianinas, os flavonóides e os compostos fenólicos (MATIAS DOS SANTOS, G. et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleácea* Mart). **Archivoslatinoamericanos de nutricion**, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008; VELASQUE, L. F. L.; LOBO, A. C. M. Revisão de literatura sobre os efeitos terapêuticos do açaí e sua importância na alimentação. **Biosaúde**, v. 18, n. 2, p. 97-106, 2017).

[012] A *E. oleracea* é caracterizada quimicamente pela presença de substâncias bioativas. Cerca de 90 substâncias têm sido descritos, dos quais aproximadamente 31% são composto por flavonoides, seguido de compostos fenólicos (23%), e antocianinas (9%) (DE LIMA YAMAGUCHI, K. K. et al. Amazon acai: Chemistry and biological

activities: A review. **Food chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015).

[013] Mulabagual e Calderon (MULABAGAL, V.; CALDERÓN, A.I. Liquid chromatography/mass spectrometry based fingerprinting analysis and mass profiling of *Euterpe oleracea* (açaí) dietary supplement raw materials. **Foodchemistry**, v. 134, n. 2, p. 1156-1164, 2012), utilizando técnica de cromatografia líquida aclopada a espectrometria de massas desenvolveram um método de análise de fingerprinting, identificaram vários flavonoides, ácidos fenólicos, antocianidinas e ácidos graxos, e dentre as substancias identificadas os flavonoides aparecem em maior quantidade. Os principais compostos identificados dentre eles: ácido vanílico, ácido protocatequético, scoparina, chrysoeriol, taxifolina, orientina, isorientina, vitexina, isovitexina, quercetina, quercetina-3 rutinosídeo, quercetina-3 glucosídeo, kaempferol, kaempferolraminosídeo, kaempferolrutenosídeo, rutina, luteolina, apigenina, quercitrina e isoquercitrina.

[014] Kang et al. (KANG, J. et al. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **FoodChemistry**, v. 122, n. 3, p. 610-617, 2010) em seu estudo observaram a presença de cinco flavonóides no fruto da *Euterpe oleracea* entre eles estão (2S,3S)-dihidrokaempferol 3-O-b-D-glucosídeo, (2R,3R)-dihidrokaempferol 3-O-b-D-glucosídeo, isovitexina, velutina e 5,40 -Dihidroxi-7,30 ,50 -trimetoxiflavone.

[015] Em análise cromatográfica da polpa de açaí identificou a presença de uma quantidade significativa de 2

antocianinas, cianidina-3 glucosídeo e cianidia- 3 rutinosídeo considerando-as as mais predominantes no fruto (PACHECO-PALENCIA, L.A., DUNCAN, C.E., TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and termal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food chemistry**, v. 115, n. 4, p. 1199-1205, 2009; DE LIMA YAMAGUCHI, K.K. et al. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015; DE MOURA, R.S.; RESENDE, Â.C. Cardiovascular and metabolic effects of açai, an Amazon plant. **Journal of cardiovascular pharmacology**, v. 68, n. 1, p. 19-26, 2016).

[016] Em outro estudo, foi possível identificar seis antocianinas em celulose liofilizada do fruto, entre as quais encontram-se: cianidina 3-glucosídeos; cianidina 3-rutinosídeo; cianidina-3-sambubiosídeo; peonidina-3-rutinosídeo; pelargonidina-3- glucosídeos, e delphinidina-3-glucosídeos (CARDOSO, L.M, et al. Chemical composition, characterization of anthocyanins and antioxidant potential of *Euterpe edulis* fruits: applicability on genetic, dyslipidemia and hepatic steatosis in mice. **Nutrición hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral**, v. 32, n. 2, p. 702-709, 2015).

[017] As antocianinas presentes no açai podem oferecer uma nova fonte desses pigmentos e, desta forma, um estudo de formas de sua obtenção torna-se importante, visando ao aumento do rendimento, à redução do uso de produtos químicos e à maior estabilidade.

[018] As propriedades biológicas do açaí são relacionadas a atividade anti-proliferativa, anti-inflamatória, antioxidante e efeito cardioprotetor, vários estudos demonstram suas ações.

[019] Cordeiro et al.(2017), (CORDEIRO, V.S.C et al. *Euterpe oleracea* Mart. seed extract protects against renal injury in diabetic and spontaneously hypertensive rats: role of inflammation and oxidative stress. **European journal of nutrition**, v. 57, n. 2, p. 817-832, 2017)observaram que os resultados do seu estudo indicaram que o extrato da polpa do açaí reduziu substancialmente a lesão renal, prevenindo contra a disfunção renal pela redução da inflamação, estresse oxidativo e melhorar a barreira de filtração renal, proporcionando um recurso nutricional para prevenção de diabéticos e hipertensos relacionadas a nefropatia.

[020] Um estudo com ratos, relacionado a obesidade e esteatose hepática induzida por dieta rica em gordura com e sem suplementação de extrato de açaí, houve redução da lipogênese, aumento da excreção de colesterol e melhora do estresse oxidativo no fígado, quando comparado ao grupo que não foi suplementado (DE OLIVEIRA, P.R.B. et al. *Euterpe oleracea* Mart.-derived polyphenols protect mice from diet-induced obesity and fatty liver by regulating hepatic lipogenesis and cholesterol excretion. **PloSone**, v. 10, n. 12, p. e0143721, 2015).

[021] O açaí é um dos alimentos que vem mostrando também esses efeitos benéficos, em modelos experimentais na prevenção e controle da doenças relacionas a síndrome

metabólica, em um estudo com adultos com sobrepeso, observou que a suplementação de 200g polpa de açaí por dia, em indivíduos com sobrepeso e após um mês de administração da polpa de açaí, houve diminuição nos níveis médio de glicemia em jejum, de insulina sérica, colesterol total e LDL-colesterol (lipoproteína de baixa densidade) (UDANI, J.K. et al. Effects of Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: a pilot study. **Nutrition journal**, v. 10, n. 1, p. 45, 2011).

[022] O impacto das propriedades do açaí também foi observado em um estudo onde houve redução do colesterol total, LDL-colesterol e triglicerídeos no sangue, porém não houve alteração no colesterol HDL (lipoproteína de alta densidade) e VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade) (YUYAMA, L. K. O. et al. Physicochemical characterization of acai juice of *Euterpe precatoria* Mart. from different amazonian ecosystems. **ActaAmazonica**, v. 41, n. 4, p. 545-552, 2011).

[023] Fernando (2013) (FERNANDO, F.S.L. **Avaliação do efeito das bebidas de açaí no perfil lipídico e glicêmico em ratos wistar**. São Carlos: Dissertação (mestrado), UFSCar, 2013), em uma pesquisa realizada com ratos que ingeriram a polpa do açaí diariamente por quarenta e cinco dias, detectou que o seu consumo diário promove reduções nos níveis séricos de glicose, porém não há diferença significativa nessa redução contrastando o estudo de Udani et al. (2011) (UDANI, J.K. et al. Effects of Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic

parameters in a healthy overweight population: a pilot study. **Nutrition journal**, v. 10, n. 1, p. 45, 2011).

[024] Com a crescente incidência de doenças crônicas e suas complicações é importante investigar o potencial efeito benéfico do fruto do açaí, e vias metabólicas envolvidas. Embora, existam muitos relatos dos efeitos benéficos de antocianinas, estudos que testem doses fisiologicamente relevantes destes compostos ainda são escassos.

[025] Com o intuito de proteger a oxidação, degradação e secar suspensões sólidas a indústria de alimentos investiu na técnica de secagem por *spray dryer*, atualmente esse procedimento é aplicado principalmente em compostos bioativos e probióticos (GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing Technologies and trends. **Trends in food Science & technology**, v. 15, n. 7-8, p. 330-347, 2004).

[026] O *Spray dryer* é uma alternativa de processo de secagem de alimentos que vem sendo amplamente utilizado na microencapsulação de ingredientes suscetíveis à deterioração por agentes externos, e consiste no encapsulamento de um agente ativo em uma matriz polimérica, para protegê-lo de condições adversas (TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, v. 43, n. 3, p. 907-914, 2010).

[027] O suco de fruta em pó obtido por essa técnica pode apresentar algumas dificuldades, tais como viscosidade, higroscopicidade e baixa solubilidade. Além disso, a

aderência de gotas nas paredes da câmara de secagem diminui o rendimento do processo (SANTANA, A. A. et al. Influence of different combinations of wall materials on the microencapsulation of jussara pulp (*Euterpe edulis*) by spray drying. **Food chemistry**, v. 212, p. 1-9, 2016).

[028] Uma maneira de evitar esses problemas é adicionar agentes antes da secagem por spray, devido seu alto peso molecular, aumenta a temperatura de transição para vidro do produto (SANTANA, A. A. et al. Influence of different combinations of wall materials on the microencapsulation of jussara pulp (*Euterpe edulis*) by spray drying. **Food chemistry**, v. 212, p. 1-9, 2016).

[029] Os agentes carreadores mais comum utilizado nessa técnica de secagem de polpas de frutas são amidos e seus derivados, algumas gomas, lipídeos e proteínas, principalmente devido a sua alta solubilidade e baixa viscosidade, que são condições importantes para o processo de secagem por *spray dryer* (QUEK, S. Y.; CHOK, N. K. & SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried water melon powders. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 46, n. 5, p. 386-392, 2007).

[030] O uso de whey protein é um produto interessante para encapsulamento pois seu material de parede apresenta boa propriedade emulsificante desejada, e a maior fração dessas proteínas são capazes de construir géis térmicos insolúvel em água, e estabilizando as antocianinas em condições ácidas ($\text{pH} \geq 1,5$) (BETZ, M.; KULOZIK, U. Microencapsulation of bioactive bilberry anthocyanins by

means of whey protein gels. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 2047-2056, 2011).

[031] Em relação ao pó de açaí produzido por *spray dryer*, o alto teor de lipídeos na polpa de açaí leva a problemas durante este processo, causando incrustação do bico de pulverização. Em um estudo de Tonon, Brabete Hubinger (2008) (TONON, R.V.; BRABET, C.; HUBINGER, M.D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. **Journal of Food Engineering**, v. 88, n. 3, p. 411-418, 2008), a polpa de açaí foi filtrada anteriormente, com o intuito de reduzir o teor de lipídeos e obteve resultados satisfatórios para a formação de pó.

[032] Pesquisa e desenvolvimento de encapsulação de antocianidinas, astaxantina, outros betacarotenóides, extratos enriquecidos com antocianidinas com outras polpas de frutas e polpa de açaí foram obtidos utilizando diferentes técnicas, incluindo *spray dryer*. Pesquisa de SHEN & QUEK (2014) desenvolveu microencapsulados de produto comercial, Bioastina® enriquecida com 5% de astaxantina, e agentes encapsulantes óleo de girassol, wheyprotein, caseína sódica e fibra de milho solúvel 70. Nesta composição os pesquisadores não utilizaram, gelatina nem aerosil na composição (SHEN, Q.; QUEK, S. Y. Microencapsulation of astaxanthin with blend soft milk protein and fiber by spray drying. *Journal of Food Engineering*, v. 123, p. 165-171, 2014.)

[033] Bebida fermentada contendo polpa de Juçara, utilizada como probiótico contendo *Lactobacilos reuteri*

LR92, estudou-se a influência de diferentes carreadores (goma arábica, maltodextrina e gelatina) sobre a sobrevivência dos lactobacilos após secagem por Spray-dryer (GUERGOLETTTO, K. B.; BUSANELLO, M.; GARCIA, S. Influence of carrier agents on the survival of *Lactobacillus reuteri* LR92 and the physicochemical properties of fermented juçara pulp produced by spray drying. LWT-Food Science and Technology, v. 80, p. 321-327, 2017.) O pó spray-dryer como agente de preservação de *Lactobacilos reuteri* LR92 foi diferente da nossa invenção, pois não foi incorporado whey protein, aerosil e caseína sódica. Além disso, a bebida incluía goma arábica e maltodextrina agentes não utilizados na invenção apresentada.

[034] Estudo de estabilidade de antocianidinas e atividade antioxidante de microcápsulas spray-dryer de açaí utilizando diferentes agentes carreadores (maltodextrina 10 DE, maltodextrina 20 DE, goma arábica e amido de tapioca). Maltodextrina 10 DE foi o agente carreador que mostrou maior proteção e com maior atividade antioxidante para a antocianidinas do extrato de spray-dryer de açaí (TONON, R.V.; BRABET, C.; HUBINGER, M.D. Anthocyanin stability and antioxidante activity of spray-dried açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with diferente carrier agents. Food Research International, v. 43, n. 3, p. 907-914, 2010).

[035] Estudo de microencapsulação de antocianidinas utilizando gel de whey protein e outros agentes emulsificantes como fosfatidil colina sem lecitinas e Span 80 mostrou tamanhos de partículas de 20 µm a 70µm, com tamanho médio de 50 µm (BETZ, M.; KULOZIK, U. Microencapsulation of bioactive

bilberry anthocyanins by means of whey protein gels. *Procedia Food Science*, v. 1, p. 2047-2056, 2011).

[036] Estudo da influência da combinação de diferentes materiais de parede (agentes carreadores) sobre a microencapsulação de polpa de Jussara (açaí) por Spray-dryer utilizou mistura ternária de goma arábica, amido modificado, whey protein concentrado ou proteína isolada da soja. A combinação de goma arábica, amido modificado e proteínas fornecem melhores resultados de microencapsulação (SANTANA, A.A. et al. Influence of different combinations of wall materials on the microencapsulation of jussara pulp (*Euterpe edulis*) by spray drying. *Food chemistry*, v. 212, p. 1-9, 2016).

[037] A avaliação do efeito das condições de operação sobre o rendimento e qualidade nutricional de pó de açaí combinado com maltodextrina (Maltodextrin MOR-REX 1910) obtido por leiteo fluidizado. O aumento da temperatura diminui o teor, a umidade, a taxa de fluxo de ar, influenciaram a taxa de degradação de antocianidina e condições ótimas de operação foram estabelecidas para obter um pó nutricional energético, baixa umidade, excelente fluidez e alto teor de antocianidinas (COSTA, R.G. et al. Effect of operating conditions on the yield and quality of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced in spouted bed. *LWT-Food Science and Technology*, v. 64, n. 2, p. 1196-1203, 2015).

[038] Nenhum dos documentos de patente descritos revela preparações de microcápsulas de polpa de açaí ou microcápsulas contendo extrato padronizado de polpa de açaí ou microcápsulas carregadas com extrato de açaí contendo os

ingredientes citados nestas composições aqui apresentadas. As microcápsulas de polpa de açaí apresentam como ingredientes, whey protein, caseína e gelatina e aerosil, bem como microcápsulas de polpa de açaí contendo batata doce e aerosil.

[039] Outra característica inovadora destes microencapsulados é o aumento da estabilidade térmica (termoestabilidade) e aumento da fotoestabilidade das substâncias bioativas presentes na polpa de açaí. Os agentes encapsulantes protegem contra ação do calor e da luz impedindo a fácil degradação de substâncias presentes na polpa do açaí, especialmente as antocianidinas. Outra característica inovadora destes microencapsulados é o uso de agentes encapsulantes solúveis em água facilitando a solubilização nos fluidos gastro-intestinais e promovendo a fácil e rápida absorção dos compostos bioativos (flavonoides e antocianidinas). Outra característica inovadora destes microencapsulados é que os encapsulantes protéicos podem trazer outros benefícios quando associados aos compostos bioativos da polpa de açaí como serem utilizados por atletas de academia e de alta performance para prevenir doenças, manter o bem-estar e garantir maior capacidade de treinos devido as propriedades dos encapsulantes protéicos associados aos antioxidantes da polpa de açaí. Desta forma, as modalidades da invenção descritas neste documento apresentam vantagens consideráveis frente ao estado da técnica. O processo de encapsulação não prejudicou a atividade antioxidante dos constituintes presentes na polpa de açaí. As microcápsulas de açaí demonstraram atividade

antioxidante utilizando diferentes métodos com DPPH e FRAP. O processo de encapsulação não prejudicou a atividade biológica e manteve a capacidade de reduzir níveis de glicose e níveis de colesterol e triglicerídeos contribuindo assim em processos de dislipidemia e controle da diabetes e hipertensão.

[040] A invenção proposta no presente documento busca o preenchimento de uma lacuna tecnológica em termos da aplicação da polpa de açaí como elemento ativo de composições nutraceuticas ou farmacêuticas de liberação imediata para ser utilizado como suplemento alimentar, fortificação de alimentos sólidos, fortificação de bebidas ou no tratamento e prevenção de doenças, propondo-se uma forma de liberação imediata dos microencapsulados da polpa de açaí. As microcápsulas de polpa de açaí podem ainda serem utilizados na composição de alimentos funcionais, café expresso, café tradicional, também como suplementos de composição de café verde e seus derivados com o intuito de fortificar a composição de compostos fenólicos e antioxidantes nestas composições pós de complemento vitamínico e minerais para bebidas lácteas e sucos, produtos farináceos (pães, bolos, biscoitos, cookies) em pós, suplementos alimentícios esportivos (whey-protein, caseínatos, albuminas) em pós, para fórmulas de alimentos lácteos gelados (sorvetes, mousses, shakes). Desta forma, propõem-se microcápsulas de polpa de açaí, processos para obtenção de microcápsulas de polpa de açaí e usos destes produtos para preparo de medicamentos com ação antioxidante anti-dislipidêmica, hipoglicemiante, hipocolesterolêmica e hipo-triglicidêmica

e melhoria das características sensoriais dos produtos à base de café, chocolate, café verde, produtos farináceos, suplementos alimentícios esportivos, alimentos lácteos gelados à base de polpa de açaí.

[041] Cumpre salientar que, a utilização das microcápsulas polpa de açaí é característica determinante na inovação, em termos das tecnologias da própolis, visto que, as antocianidinas, os flavonóides e compostos fenólicos apresenta composição característica, que, terá função primordial na atividade na prevenção e tratamento de doenças.

[042] Ainda, como diferencial essencial frente ao estado da técnica, as microcápsulas de polpa de açaí propostas na presente invenção, utilizam compostos em uma matriz intermediária de revestimento de bioativos que contêm excipientes farmacêuticos inertes, atóxicos, biocompatíveis, de baixo custo, estáveis com característica reológica para sólidos farmacêuticos ou sólidos nutracêuticos, de liberação imediata e uma matriz externa contendo excipientes nutracêuticos usuais. Desta forma, a composição aqui revelada pode ser usada para solucionar problemas técnicos semi-industriais e industriais nas áreas alimentícia e farmacêutica, bem como algumas aplicações de uso terapêutico.

[043] Além do objetivo já destacado de propor um produto microcápsulas de polpa de açaí de liberação imediata à base substâncias bioativas da polpa do açaí contendo whey-protein, caseína, gelatina, amido da batata doce e aerosil, a presente invenção propõe uma metodologia para a obtenção

desses microcápsulas de polpa de açaí, e os usos para tais produtos com base polpa de açaí.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[044] A presente invenção apresenta microcápsulas de polpa de açaí um tipo de microcápsulas de liberação imediata de polpa de açaí, compostos por polpa de açaí proveniente do extrato bioativo, encapsulante e um promotor de fluidez. Tal sistema dispersante é composto por sistema de encapsulação, que, devido a sua composição permite a liberação imediata do princípio ativo. A invenção trata também do processo de obtenção das microcápsulas de polpa de açaí, por meio da técnica de *Spray-Dryer*. Adicionalmente, apresenta-se modalidade de invenção em termos de composição contendo os microcápsulas em formulações sólidas, preferencialmente, na forma de pós. Por fim, são apresentados usos para os de liberação modificada de microcápsulas de polpa de açaí e para as composições em questão.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[045] A modalidade da invenção, juntamente com vantagens adicionais da mesma podem ser explicadas e compreendidas mediante referência aos desenhos em anexo e a seguinte descrição:

[046] A **Figura 1** anexa apresenta Identificação de antocianidinas por método de UV-vis em diferentes concentrações do extrato da polpa de açaí: (A) Extrato da polpa em diferentes diluições e diferentes concentrações de

HCl. (B) Polpa de açaí após processo de clean-up por extração em fase sólida em diferentes diluições.

[047] A identificação de antocianidinas por espectrofotometria do UV-vis demonstra que o melhor comprimento de onda para identificação e quantificação de antocianidinas utilizando a espectrofotometria UV-vis compreende a faixa de 510nm e 540 nm, visto que os comprimentos de onda de 220nm e 280nm são comprimentos de onda para quantificação de outros flavonoides não antocianínicos.

[048] A **Figura 2** anexa apresenta cromatogramas (A) Cromatograma de extrato polpa de açaí usando Fluorescência (Ex:250nm - Em:450nm) detectando a presença de antocianidinas (1) e flavonoides (2-Ácido clorogênico, 3-Orientina, 4-Quercitrina, 5-Apigenina); (B) Cromatograma de extrato SPE 30% de MEOH detectando a presença de cianidina cloridrato com tempo de retenção de 22,6 minutos e comprimentos de onda máximos (236nm, 279nm e 518nm).

[049] A **Figura 3** anexa apresenta uma fotomicroscopia de Varredura Eletrônica do microencapsulado 1 com divisão de campo (A) de 50 μm , (B) de 20 μm e (C) de 10 μm . Fotomicroscopia de Varredura Eletrônica do microencapsulado 2 com divisão de campo (D) de 100 μm , (E) de 20 μm e (F) de 10 μm . Fotomicroscopia de Varredura Eletrônica do microencapsulado 3 com divisão de campo (F) de 20 μm (G) de 20 μm e (H) de 5 μm .

[050] A **Figura 4** anexa apresenta a capacidade de sequestro de radical de DPPH em função das concentrações da

polpa de açaí e formulações de *spray-dryer* contendo polpa de açaí.

[051] A **Figura 5** anexa apresenta análise bioquímicas de larvas *Tribolium castaneum* em diferentes dias incubação suplementadas com formulações microencapsulados de açaí.

[052] A **Figura 6** anexa apresenta análise bioquímicas de adultos *Tribolium castaneum* em diferentes dias incubação suplementadas com formulações microencapsulados de açaí.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[053] Os microencapsulados de polpa de açaí, também chamados de microcápsulas de polpa de açaí, seus processos e usos descritos na presente invenção podem ser melhor detalhados e compreendidos mediante referência às figuras presentes neste documento e a seguinte descrição:

Amostras

[054] As polpas de açaí (*Euterpe oleracea*) foram obtidas em um fornecedor de açaí no município de Boca da Mata/AL. Após a coleta, 2 Kg das amostras do mesmo lote foram encaminhadas para o laboratório de análise de alimentos da faculdade de Farmácia em caixa de isopor com gelo e colocado em freezer a -20°C até momento da preparação de microencapsulados.

Preparo do extrato de açaí para ensaios cromatográficos

[055] Inicialmente foi separado 200mL da polpa do fruto, centrifugado em centrífuga refrigerada Cientec marca CT500E, sob temperatura de 1°C a 5000rpm utilizando tubos falcon de 15mL, em seguida retirado o sobrenadante que resultou em 80mL de extrato. O extrato foi reduzido para um volume de

20 mL usando um rotaevaporador da marca Fisatom, evaporado sob as seguintes condições, temperatura do banho Maria menor que 40°C, velocidade de rotação de 100 rpm e sob pressão 600 mmHg.

[056] O extrato concentrado de açaí (20mL) foi acondicionado em frasco ambar com tampa sob refrigeração a 5°C em geladeira até o momento da análise.

[057] Esse mesmo procedimento foi realizado com um volume de 1Kg da polpa de açaí, e o extrato obtido foi separado em frascos de ampicilina para procedimento de liofilização, o qual foi utilizado no experimento com insetos *Tribolium castaneum*.

Identificação de antocianidinas por método de UV-vis

[058] Foi realizada pelo método de Lee et al. (2005) (LEE, J.; DURST, R.W.; WROLSTAD, R.E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005) com modificações, no qual um volume de 100µL ou 200 µL do extrato concentrado de açaí foi transferido para balão volumétrico de 10mL. Em seguida o balão foi diluído para 10mL com HCl 0,01% ou 0,037% e submetidos a análise de espectrofotometria do UV-vis na faixa de 200nm a 750nm para obtenção do espectro UV-vis.

Cromatografia por extração em fase sólida para identificação de flavonoides e antocianidinas

[059] O extrato concentrado de açaí que estava acondicionado na geladeira foi pesado 130 mg e transferido

para um cartucho de extração em fase sólida (EFS) C18 para ensaio de extração clean-up.

[060] O cartucho EFS foi acondicionado com 10mL metanol em seguida acondicionado 10mL com ácido clorídrico (HCl) 0,010%. Após a etapa de acondicionamento, 130mg do extrato concentrado de açaí foi aplicado no cartucho C18 e em seguida eluídos com 20mL de diferentes proporções do sistema de fase móvel HCl 0,01%:metanol; iniciando com 90:10 (HCl 0,01%:metanol) seguido das proporções 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, e 100% de metanol, esta última foi utilizada para limpeza do cartucho, seguindo a metodologia de Cheynier et al. (1994) com modificações.

[061] Os extratos EFS obtidos em diferentes em diferentes proporções foram concentrados em rotaevaporador, sob as mesmas condições descritas anteriormente, para obter volume final de 1mL e em seguida acondicionados na geladeira até o momento da análise.

Identificação de flavonoides e antocianidinas utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

[062] Realizado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) segundo o método de Ieri et al. (2011), utilizou-se como fase móvel: solvente A (ácido fórmico 0,1%) e solvente B (acetonitrila). A coluna cromatográfica foi mantida a temperatura de 33°C coluna C18 marca Phenomenex, modelo Kinetex (100 x 4,6 mm: 5 µm) para análise. Foram utilizados dois detectores UV-vis nos comprimentos de onda de 275nm, 290nm, 320nm, 354nm e 515 nm, e o detector de fluorescência em três comprimentos de excitação e emissão (250nm:450nm; 290nm:450nm; 320nm:450). A fase móvel foi

bombeada com um fluxo de 0,4mL em um sistema gradiente iniciando com 3%.

[063] Os padrões de flavonoides utilizados foram vitexina, ácido clorogênico, orientina, quercetina, apigenina, luteolina, miricetrina, rutina, quercitrina, cacetina, crisina, hisperidina, para antocianinas foram cianidina cloridrato adquiridos da extrasynthese® (Lyon Nord, France).

Obtenção dos microencapsulados *spray-dryer* de açaí

[064] Inicialmente, foram pesados todos os componentes das formulações de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Composição dos microenpsulados *spray-dryer* de açaí

	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Polpa de açaí (g)	17,1	7	16,61
Pó de Batata doce (g)	15,4	2	2
WheyProtein (g)	-	4,9	4,9
Gelatina (g)	-	2	4
Caseína (g)	-	2	-
Aerosil (g)	0,3	2	2
Água (mL)	100	250	250
Álcool (mL)	100	275	350
Total (g)	32,8	19,9	29,51

[065] A polpa do açaí, após o processo de filtração em peneira de aço inox, foi submetido a determinação de massa sólida, utilizando balança de infravermelho para determinação de umidade em temperatura de 120°C por período de 20 minutos ou até obter peso constante. A determinação de massa sólida solúvel foi expresso em termo de porcentagens e determinada em triplicata.

[066] Na formulação 1, inicialmente a polpa foi filtrada em uma peneira inox para remover excessos de goma, reservando a polpa filtrada em um béquer de 200mL. Em outro béquer, o pó de batata doce foi peneirado em uma peneira de granulometria 300µm, e em seguida foi pesado a quantidade de acordo com a tabela 1. O pó de batata doce peneirado foi solubilizado com água destilada sob agitação manual e aquecimento de temperatura de 45°C por 15 minutos. Deixou-se em repouso por 15 minutos onde verificou-se precipitação de uma parte do pó da batata doce. Essa suspensão foi filtrada em peneira de aço inox para obter uma solução límpida, a qual foi adicionado a polpa do açaí filtrado, o álcool, e por fim o aerosil.

[067] Quando solubilizado foi submetido ao processamento de *Spray-dryer*, no qual foi realizado um revestimento com ambientação do equipamento, para não haver perda da amostra.

[068] Nas formulações 2 e 3 a água foi aquecida a temperatura de 35°C para solubilizar as proteínas (whey-protein, gelatina e/ou caseína). A solubilização aconteceu sob agitação em equipamento IKA em velocidade de 1800rpm, por um período de 10 a 15 minutos. A polpa foi filtrada em uma peneira inox para eliminação do excesso de gomas e em seguida adicionada na solução de proteínas solúveis. A polpa filtrada de açaí foi adicionada, pouco a pouco, mantendo o sistema sob agitação constante para evitar a precipitação. Em seguida, em outro béquer foi solubilizado a batata doce em 50 mL de água sob agitação manual durante 15 minutos. Deixou-se esse sistema em repouso e o conteúdo do adjuvante 1 foi adicionado à solução de proteínas solúveis contendo

polpa de açaí e no final foi adicionado o aerosil mantendo sempre sob agitação constante.

[069] Quando solubilizado, foi submetido ao processamento de *Spray-dryer*, com as mesmas condições citadas anteriormente.

Microscopia Eletrônica De Varredura (MEV)

[070] A análise morfológica dos microenpsulados e do extrato da polpa foi realizado com auxílio de em microscópio eletrônico de varredura da TESCAN VEGA 3, com distancia de trabalho de 15,97mm, as amostras foram fixadas em um suporte metálico com auxílio de uma fita dupla face de carbono e recobertas com uma fina camada de ouro. Foi aplicado uma corrente de 45 mA por 200 segundos e aceleração de voltagem igual a 20 kV, no laboratório de Química do Instituto Federal de Alagoas (IFAL).

Análise térmica: Termogravimetria (TG)

[071] Foram feitas as análises térmicas dos excipientes utilizados nas formulações (polpa de açaí, pó de batata doce e mistura de proteínas) e das três formulações obtidas por *Spray-dryer* para efeitos de comparação, no laboratório de Química do Instituto Federal de Alagoas (IFAL).

[072] A degradação térmica das amostras foi realizada num TGA-50 Shimadzu, com uma atmosfera de nitrogênio e oxigênio a 50 mL/min⁻¹, com uma taxa de aquecimento de 10°C min⁻¹ na faixa de temperatura de 26- 900°C. A massa das amostras analisadas foi de 5,0 ±10%mg.

Determinação de atividade antioxidante por DPPH

[073] A atividade antioxidante foi determinada utilizando DPPH solubilizado em meio alcoólico (etanol

absoluto) segundo Sales (2012). Foram pesados 4 mL do reagente DPPH e solubilizado em um balão volumétrico com capacidade para 100 mL, e a solução obtida foi armazenada sob refrigeração em frasco âmbar.

[074] Na avaliação da atividade antioxidante foi necessário preparar uma solução estoque de cada uma das formulações. Então foram pesados 130 µg do extrato da polpa de açaí, 260 µg de cada pó da formulação e 300 µL de de polpa com açaí acidificado com HCl 0,037%, solubilizado em balão volumétrico com capacidade para 10 mL, usando 2 mL de água destilada como solvente e álcool até completar o balão, centrifugado e seguindo com a retirada de alíquotas de 750 µL, 500 µL, 250 µL, 100 µL, 50 µL, 25 µL e 10 µL que foram transferidas para balão volumétrico de 5 mL, as análises foram feitas em triplicata.

[075] Adicionou-se 2 mL de reagente DPPH incubando por 30 minutos protegido da luz. Decorrido o tempo de reação foi completado o volume do balão com etanol absoluto, realizando em seguida a leitura utilizando espectroscopia UV com comprimento de onda de 518 nm. Os dados foram tratados e a atividade antioxidante foi expressa de acordo com a equação: $\%AA = 100 - \{[(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) \times 100] / Abs_{controle}\}.$

Determinação de atividade antioxidante usando FRAP

[076] A capacidade de redução foi determinada usando o ensaio FRAP de acordo ao método descrito por Benzie e Strain (1996). Foram utilizados para o ensaio diferentes concentrações de extrato de açaí e formulações (10, 25 e 50 µg). O reagente FRAP foi preparado no dia do ensaio,

misturando 25mL de tampão acetato (0,3M, pH 3,6), 2,5 mL de solução TPTZ e 2,5 mL de cloreto férrico em solução aquosa.

[077] Foi utilizado 90µL das diferentes concentrações das amostras, as quais foram adicionado em um balão volumétrico de 5mL contendo 270mL de água destilada. Em seguida foi adicionado 2,7mL de solução frap e incubado por 30 minutos a 37°C em banho maria. Por fim, a leitura utilizando espectroscopia UV com comprimento de onda de 595 nm. A absorbância obtida foi calculada pela curva de calibração e expressa em µM de sulfato ferroso/g de açaí. O branco das amostras foi o FRAP. Após exatamente 10 min a absorbância (620 nm) foi lida usando um HP Espectrofotômetro 8452^a.

Análise bioquímica dos microencapsulados de açaí em modelo de insetos *Tribolium castaneum*

[078] Foram realizados dois experimentos, um com larvas do *Tribolium castaneum* o outro com insetos adultos do *Tribolium castaneum*.

Preparação do experimento com larvas *Tribolium castaneum*

As larvas de *Tribolium castaneum* foram obtidas de colônia do Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular de Insetos da Universidade Federal de Alagoas; as larvas foram mantidas a 28 °C com umidade relativa entre 70 e 80%, alimentadas *ad libitum*. Quatro grupos de 30 larvas, três dias após a eclosão foram submetidos em placas petri à dieta com mistura 300 µg do extrato de açaí e de cada microencapsulados com 300 µg farinha de trigo, adaptada de Sarro et al. (2005) (SARRO, F.B. et al. Feeding substrates to black coconut bunch weevil, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal) (Coleoptera:

Curculionidae), rearing in laboratory. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 451-457, 2005) e outro grupo de 30 larvas foi submetido à dieta composta somente de farinha de trigo, em quantidades equivalentes, e todos os grupos realizados em triplicata, mantidos em a 28 °C com umidade relativa entre 70 e 80%. As análises bioquímicas das larvas foram acompanhados durante 4, 5, 8 dias.

Preparação do experimento com insetos adultos *Tribolium castaneum*

[079] As larvas de *Tribolium castaneum* foram obtidas de colônia do Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular de Insetos da Universidade Federal de Alagoas; as larvas foram mantidas a 28 °C com umidade relativa entre 70 e 80%, alimentadas ad libitum. Três grupos de 30 larvas, 12 dias após a eclosão foram submetidos em placas petri à dieta com mistura de 300 µg de cada microencapsulados com 300 µg farinha de trigo, e outro grupo de 30 larvas foi submetido à dieta composta somente de farinha de trigo, em quantidades equivalentes, e todos os grupos realizados em triplicata, mantidos em a 28 °C com umidade relativa entre 70 e 80%. As análises bioquímicas dos adultos foram acompanhados durante 30, 45 e 60 dias.

Análise bioquímica dos insetos *Tribolium castaneum*

[080] Para avaliação dos níveis de glicose, triglicerídeos, colesterol total e colesterol HDL dos insetos *Tribolium castaneum*. As larvas e os adultos foram coletadas e adicionadas em solução salina contendo feniltiourea (3-13 mg mL⁻¹) (Sigma Aldrich), maceradas em grau de porcelana, colocadas em eppendorf, centrifugadas (5

min - 13.000 g) e o sobrenadante utilizado. A concentração dos níveis bioquímicos foram determinadas por meio do kit comercial, conforme as instruções do fabricante (Bioclin® Kit enzimático colorimétrico) para cada análise.

[081] Todos os dados são expressos como média $\pm$ média do erro padrão. A comparação entre os grupos e diferentes tempos de análise foi realizada pela análise de variância (ANOVA two-way) usando o teste de Bonferroni post tests, com nível de significância de 0,05 e 0,001, no qual as formulações 1, 2 e 3 foram comparadas em relação ao grupo controle. Análise t-Student não pareado com nível de significância $<0,05$ bicaudal foi utilizado para comparar o grupo controle em relação a cada formulação para cada tempo específico das análises de glicose, colesterol total, triglicerídeos e colesterol HDL.

Exemplos

[082] As tabelas 2 e 3 demonstram atividade antioxidante de polpa de açaí e suas microcápsulas de polpa de açaí.

[083] Tabela 2. Determinação da IC₅₀ e demais parâmetros estatísticos a partir dos dados de atividade antioxidante usando DPPH.

Parâmetros estatísticos	Amostras			
	Polpa de açaí	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Log de IC ₅₀	2,303	1,683	2,297	2,151
IC ₅₀	200,8	72,88	198,3	141,6
CI 95%	182-221,5	63,28-83,94	157,6-249,5	135,1-148,4
R ²	0,9978	0,9918	0,9882	0,9998
Sy.x	0,02081	0,03847	0,04486	0,006743

[084] Tabela 3. Atividade antioxidante pelo método FRAP do extrato da polpa de açaí e formulações obtidas por spray-dryer em mmol de sulfato ferroso/g de polpa de açaí.

	FRAP $\pm$ DP (p<0,0001)
Extrato da polpa de açaí	34,867 $\pm$ 0,049
Formulação 1	17,273 $\pm$ 0,018
Formulação 2	15,848 $\pm$ 0,299
Formulação 3	13,504 $\pm$ 0,058

[085] Tabela 4 mostra a perda de massa da polpa de açaí, materiais de revestimento e formulações por TG.

Amostra		1 ^a etapa	2 ^a etapa	3 ^a etapa	4 ^a etapa	Total
Polpa de açaí	Temp. In.	35,72	137,35	382,69	561,02	35,72
	Temp. Fin.	137,75	382,69	561,02	897,73	897,73
	% Perda	6,00	34,55	11,06	20,30	71,9
Mistura de adjuvantes 2,3 e 4	Temp. In.	32,54	137,75	389,98	497,16	32,54
	Temp. Fin.	137,75	389,98	497,16	897,98	898,98
	% Perda	6,92	44,41	13,20	11,80	76,32
Adjuvante 1	Temp. In.	31,19	137,75	353,09	515,43	31,19
	Temp. Fin.	137,75	353,09	515,43	897,98	897,98
	% Perda	8,06	50,02	15,76	18,57	92,47
Formulação 1	Temp. In.	27,92	137,75	352,14	440,00	27,92
	Temp. Fin.	137,75	352,14	440,00	897,98	897,98
	% Perda	5,83	33,13	18,33	21,03	78,32
Formulação 2	Temp. In.	31,54	137,75	377,19	444,75	31,54
	Temp. Fin.	137,75	377,19	444,75	897,98	897,98
	% Perda	5,77	37,06	14,32	18,08	75,23
Formulação 3	Temp. In.	29,00	137,75	377,20	445,36	29,0

	Temp. Fin.	137,75	377,20	445,36	897,98	897,98
	% Perda	4,37	31,76	18,04	20,72	74,94

REIVINDICAÇÕES

1. Formulações de microcápsulas de polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), **caracterizadas por**:
 - a) Formulação 1 contendo 52,13% de polpa de açaí, 46,95% de pó de batata-doce e 0,91% de dióxido de silício coloidal como promotor de fluidez;
 - b) Formulação 2 contendo 35,18% de polpa de açaí, 10,05% de pó de batata-doce, 24,62% de proteína do soro do leite, 10,05% de gelatina, 10,05% de caseína e 10,05% de dióxido de silício coloidal como promotor de fluidez;
 - c) Formulação 3 contendo 56,29% de polpa de açaí, 6,78% de pó de batata-doce, 16,60% de proteína do soro do leite, 13,55% de gelatina e 6,78% de dióxido de silício coloidal como promotor de fluidez.
2. Microcápsulas de polpa de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), de acordo com reivindicação 1, **caracterizadas por** compreender sistema dispersante composto por encapsulante protéico a base de proteínas do soro de leite, gelatina e caseína e promotor de fluidez a base de dióxido de silício coloidal ou encapsulante a base de amido da batata doce e promotor de fluidez a base de dióxido de silício coloidal.
3. Microcápsulas de polpa de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), de acordo com reivindicação 1, **caracterizadas por** apresentarem tamanho de partículas entre 1 e 40 µm e mais preferencialmente entre 2 e 30 µm.
4. Processo de obtenção de Microcápsulas de polpa de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:
 - i) Obtenção da polpa de açaí *in natura* ou comercialmente congelada, preferencialmente congelada;
 - ii) Preparação do extrato padronizado da polpa de açaí usando peneira de aço inox para controlar tamanho de partículas da polpa de açaí, obtido em i);
 - iii) Preparação do sistema de emulsificação com uso de encapsulantes (formulação 1: pó da batata doce; formulação 2: proteína de leite, gelatina e caseína; formulação 3:

proteína de leite e gelatina) e promotor de fluidez (dióxido de sílicio coloidal) contendo extrato padronizado de polpa de açaí obtida em ii) e adição de água destilada e álcool na proporção entre 1:1 e 4:6 (V:V) usando temperatura controlada entre 32 e 37°C, preferencialmente 35°C;

iv) Redispersão do sistema de emulsificação contendo extrato padronizado de polpa de açaí em sistema de solvente H₂O:Etanol, em proporção entre (1:1 e 4:6, V:V), como preparado em iii);

v) Secagem do sistema de emulsificação obtido em iv) e formação das microcápsulas de polpa de açaí por spray-dryer.

5. Uso das Microcápsulas de polpa de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por ser para o preparo de fórmulas de suplementos alimentícios esportivos (proteína de leite caseinatos, albuminas) e para fórmulas de alimentos lácteos gelados (sorvetes, mousses, shakes).**

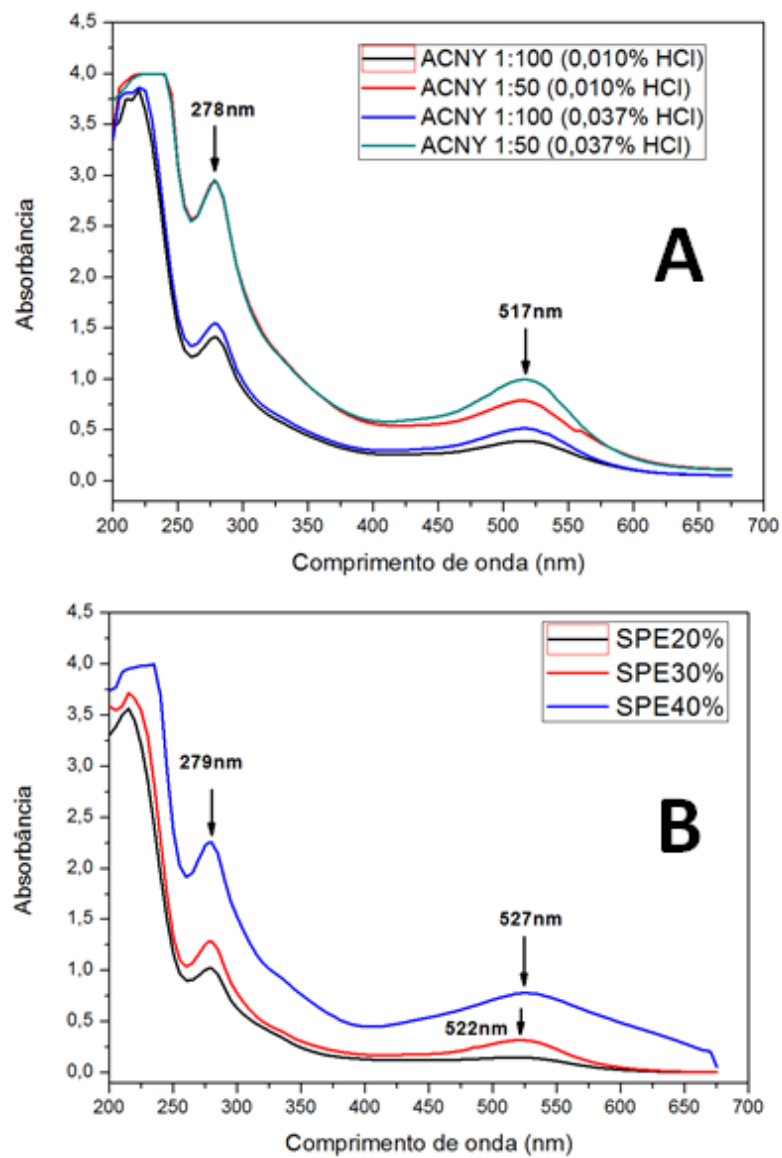
FIG. 1

FIG. 2

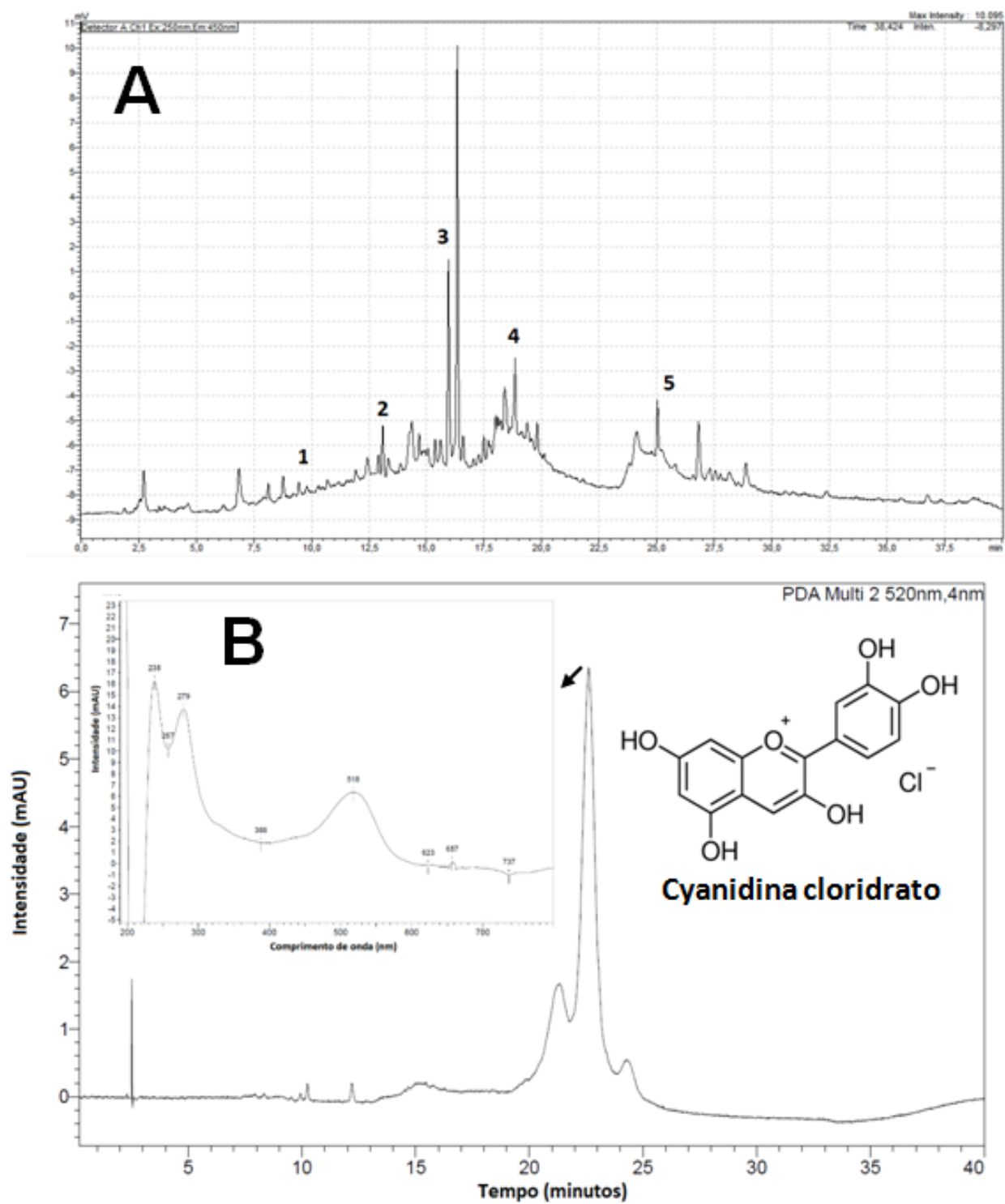


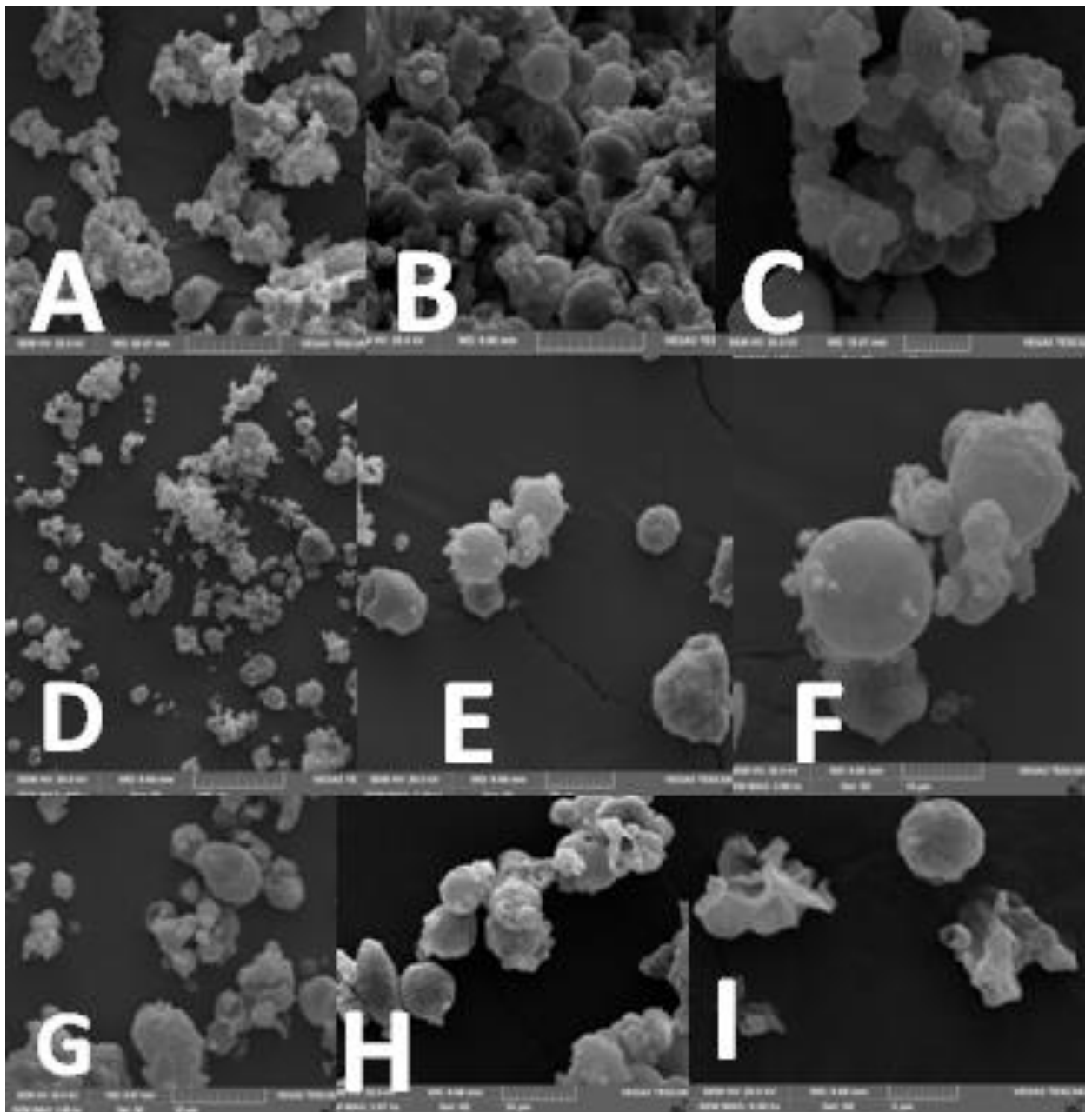
FIG. 3

FIG. 4

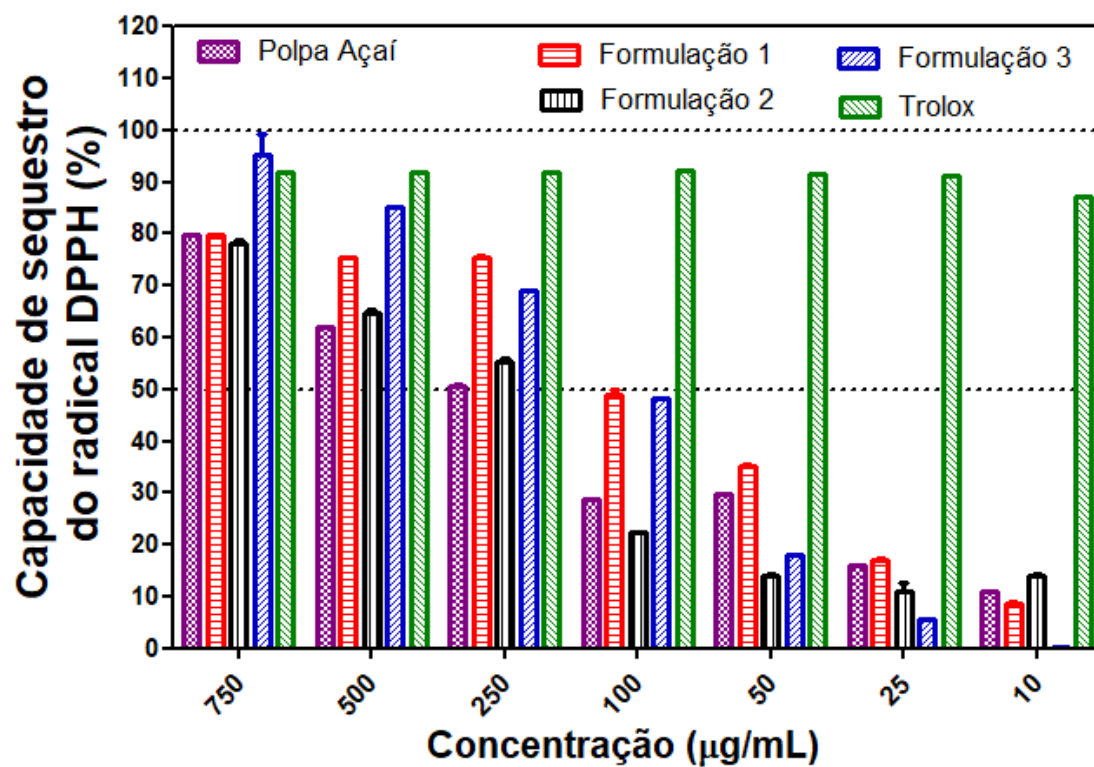


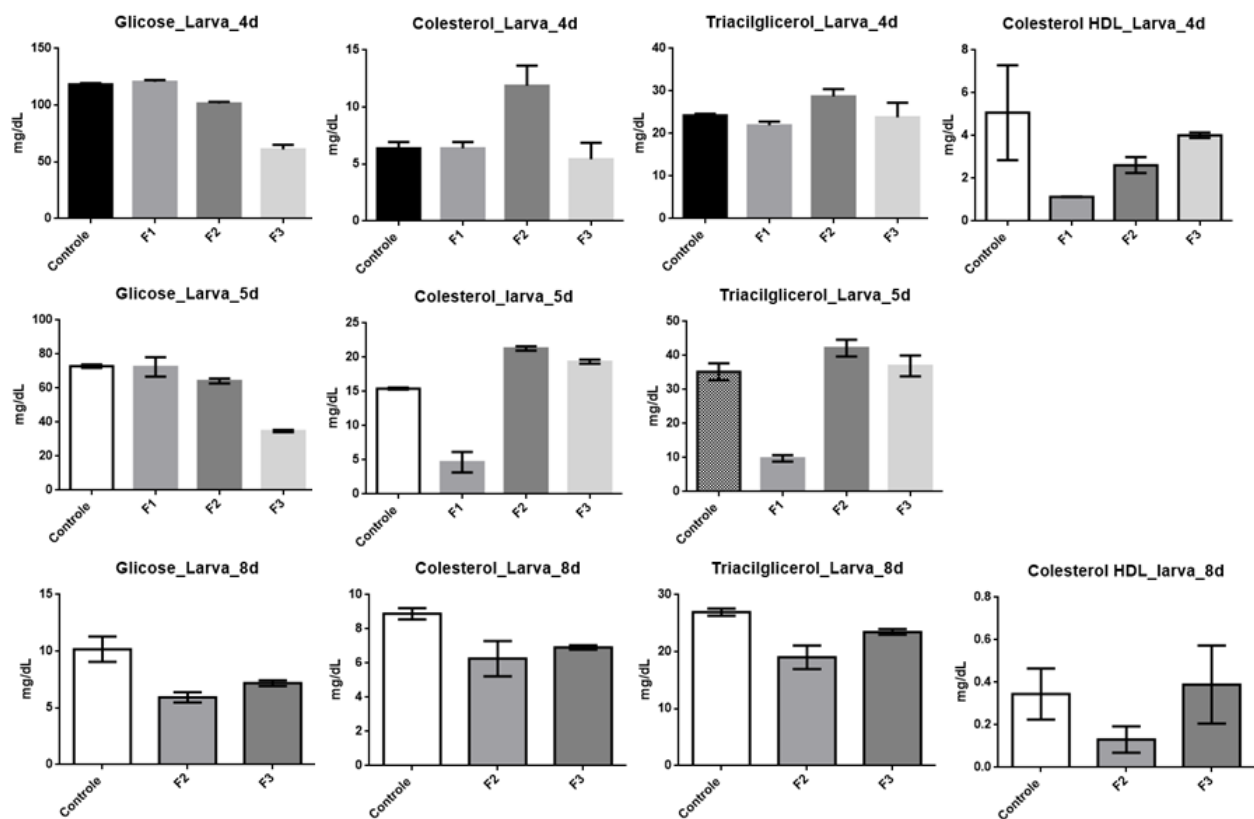
FIG. 5

FIG. 6

