



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LEIDIANY RAMOS BRITO SILVA

Impacto das condições de armazenamento na conservação de
compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos frutos de açaí
(*Euterpe oleracea* Mart.)

BELÉM - PA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LEIDIANY RAMOS BRITO SILVA

Impacto das condições de armazenamento na conservação de
compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos frutos de açaí
(*Euterpe oleracea* Mart.)

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Universidade
Federal do Pará, como requisito para obtenção do
grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Jesus N. S. de Souza

BELÉM - PA

2016

LEIDIANY RAMOS BRITO SILVA

Impacto das condições de armazenamento na conservação de
compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos frutos de açaí
(*Euterpe oleracea* Mart.)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Jesus N. S. de Souza

DATA DA AVALIAÇÃO: ____/____/____

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jesus Nazareno Silva de Souza
(PPGCTA/ITEC/UFPA – Orientador)

Prof^a. Dr^a. Consuelo Lucia Sousa de Lima
(PPGCTA/ITEC/UFPA – Membro interno)

Prof. Dr. Hervé Louis Ghislain Rogez
(PPGBIOTEC/ICB /UFPA – Membro externo)

“Posso ter defeitos, viver ansioso e ficar irritado algumas vezes, mas não esqueço de que
minha vida é a maior empresa do mundo.
E que posso evitar que ela vá a falência.
Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver, apesar de todos os desafios, incompreensões e
períodos de crise.
Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas e se tornar um autor da própria história.
É atravessar desertos fora de si, mas ser capaz de encontrar um oásis no recôndito da sua
alma.
É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.
Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos.
É saber falar de si mesmo.
É ter coragem para ouvir um “não”.
É ter segurança para receber uma crítica, mesmo que injusta.
Pedras no caminho?
Guardo todas, um dia vou construir um castelo...”
(Fernando Pessoa)

“Combati o bom combate, terminei a minha corrida, conservei a fé”
(2 Timóteo 4-7)

Dedico esse trabalho a Deus, aos meus pais,
José Neto e Maria de Lourdes,
e ao meu esposo, Theo.

AGRADECIMENTOS

Chegar ao fim dessa etapa foi um grande desafio... Que desafio! Me custou muitas lágrimas! Falo não somente pelo mestrado em si, mas também pelas diversas circunstâncias externas, na maioria das vezes muito dolorosa, a principal delas foi (e ainda é) o problema de saúde do meu Pai, a depressão!

A Deus, primeiramente, por ter sido (e é) sempre amigo fiel. A Ele toda honra e toda glória.

Aos meus pais, José Neto e Maria de Lourdes, que mesmo sem entender direito o era um “mestrado”, estavam na torcida. Eles são meu porto seguro, não meço esforços, faço o que for possível para vê-los bem e poder proporcionar uma vida melhor.

Ao meu maravilhoso esposo, Theo, meu anjo da guarda, por ter dividido esse momento com paciência, compreensão, carinho e muito amor, obrigada por sempre estar ao meu lado nos momentos difíceis e de alegria. Esse título é nosso. Eu te amo!

As minhas queridas irmãs, Jucilany e Laiany, pelo apoio.

A linda avó Melânia, por ser meu grande exemplo de vida, minha inspiração. A você todo amor e gratidão.

A família que Belém me deu: Madrinha Isabel, Keila, Kelly e Cosmo. Vocês são presentes de Deus!

Aos meus sogros, Albertina e Teodomiro, pelas orações.

Ao meu querido orientador, prof. Jesus Souza, pela paciência e pelos ensinamentos. Vou leva-lo no meu coração, sabes do carinho, admiração e respeito que tenho. Desejo muito sucesso, que seus caminhos sejam de luz. Sentirei saudades! Obrigada por me permitir fazer parte do CVACBA!

Ao professor Hervé, que muitas vezes me assustou com seus olhos verde/azul (rsrsrs), mas que também conquistou meu carinho, consideração e admiração, porque sei que tens um coração bom. Só tenho a desejar o que há de mais belo, saiba que estarei sempre na torcida pelo seu sucesso!

À professora Camila Menezes, minha “mãe” de Minas Gerais, por ter sido a primeira a acreditar em mim e ter dado votos de confiança. Sabe da paixão que lhe tenho e da profunda admiração. Sou sua fã!

À Consuelo, super diva, muito obrigada por acompanhar durante esse período de mestrado. Sentirei saudades. A você todo meu carinho!

Aos meus colegas de laboratório, em especial a Alessandra e Cleidiane, vocês são especiais e têm um lugar reservado no meu coração.

À Profa. Edna, por tamanha dedicação e disposição. Nordestina arretada que conquistou meu coração rapidinho.

À Vanessa, um anjo de Deus que apareceu na hora certa. A você, minha flor, minha sincera gratidão!

Ao meu amigo Luã Caldas, pelo incentivo e por confiar em mim. Você é demais!

Ao meu amigo Rafael Holanda e sua família, por nos receber tão bem em Belém.

Ao José Olegário (*in memoria*), meu amigo, que pode acompanhar o início dessa trajetória, mas não o final. Quando estava um pouquinho desanimada, relia uma de suas últimas mensagens: “Força, foco e fé. Bora lá, quero ver você uma mestra, hein?”. Mas, você não vai ver fisicamente a finalização de mais um círculo de minha vida, digo isso com muita dor, a da saudade!

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFPA) e a todos os professores pelos excelentes ensinamentos.

A CAPES por ter concedido a bolsa, ao CNPq, a FAPESPA e ao BNDES (Fundo Amazônia) pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização do sonho de ser mestre.

Leidiany Ramos Brito Silva

RESUMO

SILVA, L.R.B. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Impacto das condições de armazenamento na conservação de compostos fenólicos e capacidade antioxidante dos frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**2016. 70 f.: Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Belém, 2016.

A partir dos frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) produz-se a bebida açaí, muito consumida na região Amazônica, em particular no estado do Pará, em função do seu alto valor nutricional. Porém, o comércio dos frutos é limitado devido a sua alta perecibilidade que compromete a qualidade final da bebida. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da embalagem de atmosfera modificada associada à refrigeração na conservação pós-colheita dos frutos de açaí de duas proveniências. Os frutos foram armazenados em ambiente com controle de temperatura (5° e 15°C), sob condição de atmosfera modificada em sacolas de poliamida com perfurações a laser. Outra parte dos frutos ficaram em condições que simularam o transporte até os pontos de comercialização (28°C). Foi avaliado a perda de massa dos frutos, e na bebida obtidas a partir desses frutos foram avaliados os teores de polifenóis totais, antocianinas majoritárias (cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo), capacidade antioxidante pelos métodos ORAC e DPPH e o rendimento em matéria seca. Verificou-se que as perdas de massa, ao final do processo, foram menores nos frutos armazenados em atmosfera modificada. Porém o uso desta embalagem não promoveu diferenças significativas ($p > 0,05$) na quantidade de polifenóis totais e nos teores das antocianinas majoritárias, em até 72 horas de acondicionamento. A capacidade antioxidante, avaliada pelos métodos ORAC e DPPH, apresentou resultados variados para as duas proveniências estudadas. Assim, o uso da embalagem mostra-se favorável a menor perda de massa, fator este que influencia no valor comercial dos frutos, enquanto que para os teores de polifenóis totais e antocianinas não sofreram influência positiva na conservação por um período maior e para a capacidade antioxidante, é recomendado verificar a influência de outros compostos presentes nos frutos de açaí.

Palavras-chaves: Açaí, *Euterpe oleracea* Mart., Conservação, Atmosfera modificada.

ABSTRACT

SILVA, L.R.B. FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ. **Impact of storage conditions on conservation of phenolic compounds and antioxidant capacity of fruits of Acai (*Euterpe oleracea* Mart.)** 2016. 70 f.: dissertation (Maester) – Federal University of Pará, Institute of technology, graduate program in food science and technology, Belém, 2016.

From the fruits of the assai Palm (*Euterpe oleracea* Mart.) produces-if the Acai drink, very consumed in the Amazon region, in particular in the State of Pará, in function of its high nutritional value. However, the trade of fruit is limited due to its high perishability that compromises the quality of the drink. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of the use of modified atmosphere packaging associated with refrigeration in postharvest preservation of fruits of Acai from two sources. The fruits were stored in temperature-controlled environment (5° and 15° C), under modified atmosphere condition in bags of polyamide with laser perforations. Another part of the fruits were in conditions that simulated the transportation to points of commercialization (28°c). Was assessed the loss in weight of the fruit, and drink obtained from these fruits were evaluated the levels of total polyphenols, anthocyanins majority (cyanidin-3-Glycoside and cyanidin-3-rutinosídeo), antioxidant capacity ORAC methods and DPPH and dry matter yield. It was found that the mass losses, at the end of the process, were lower in the stored fruits in modified atmosphere. However, the use of this packaging promoted significant differences ($p > 0.05$) in the amount of total polyphenols and anthocyanins, majority levels in up to 72 hours of preparation. The antioxidant capacity, measured by DPPH and ORAC methods, showed results varied for the two sources studied. Thus, the use of the packaging shows support for lower mass loss, this factor that influence the market value of the fruit, while for contents of total polyphenols and anthocyanins suffered positive influence on conservation for a longer period and for the antioxidant capacity, it is recommended to check the influence of other compounds present in the Acai fruit.

Key-words: Acai, *Euterpe oleracea* Mart., conservation, modified Atmosphere.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i>).....	17
Figura 2	Açaí preto (2A); Açaí branco (2B).....	18
Figura 3	Respiração dos frutos de açaí em função da temperatura	22
Figura 4	Estrutura química do radical DPPH e reação de estabilização com um antioxidante.....	28
Figura 5	Frutos de açaí acondicionados em embalagem de atmosfera modificada (ATM) e o controle (C).....	29
Figura 6	Frutos de açaí na condição a temperatura ambiente (28°C).....	30
Figura 7	Perda de massa e rendimento (%) dos frutos provenientes da Ilha do Combu em função do tempo, temperatura e uso de embalagem	36
Figura 8	Perda de massa e rendimento (%) dos frutos provenientes da Ilha de Campumpema em função do tempo, temperatura e uso de embalagem.....	37
Figura 9	Conteúdo Polifenóis totais (PT) na bebida açaí armazenados em diferentes temperaturas e com uso da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha do Combu.....	39
Figura 10	Conteúdo Polifenóis totais (PT) presentes na bebida açaí armazenados em diferentes temperaturas e com uso da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha de Campumpema.....	39
Figura 11	Conteúdo de cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo na bebida açaí acondicionados nas diferentes temperaturas e com utilização da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha do Combu.....	41
Figura 12	Somatória das antocianinas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo na bebida açaí provenientes da Ilha do Combu	42
Figura 13	Conteúdo de cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo na bebida açaí acondicionados nas diferentes temperaturas e com utilização da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha do Campumpema.....	42
Figura 14	Somatória das antocianinas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo dos frutos de açaí provenientes da Ilha de Campumpema.....	43
Figura 15	Capacidade antioxidante pelo método ORAC ($\mu\text{mol ET/g MS}$) da bebida de açaí acondicionados sob diferentes condições, provenientes da Ilha do Combu...	45
Figura 16	Capacidade antioxidante pelo método DPPH ($\mu\text{MOL ET/g MS}$) da bebida de açaí armazenados sob diferentes condições, provenientes da Ilha do Combu.....	45
Figura 17	Capacidade antioxidante pelo método DPPH ($\mu\text{MOL ET/g MS}$) na bebida açaí armazenados sob diferentes condições, provenientes da Ilha do Campumpema...	46
Figura 18	Capacidade antioxidante pelo método ORAC ($\mu\text{mol ET/g MS}$) na bebida açaí acondicionados sob diferentes condições, provenientes da Ilha de Campumpema.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição nutricional da bebida açaí, em base seca, valor de pH e polifenóis totais.....	19
Tabela 2	Principais classes de compostos fenólicos.....	24
Tabela 3	Concentração dos principais flavonoides não antociânicos (NA) e antociânicos (A) dos frutos de açaí.....	25
Tabela 4	Planificação do experimento.....	30
Tabela 5	Gradiente de eluição utilizado para análise das cianidinas presentes nos frutos de açaí por HPLC.....	33
Tabela 6	Valores de polifenóis totais na bebida açaí provenientes da Ilha do Combu e Campumpema, em 72 horas de armazenamento.....	40
Tabela 7	Valores das Antocianinas majoritárias dos frutos de açaí provenientes da Ilha do Combu e da Ilha do Campumpema, em 72 horas de armazenamento..	44
Tabela 8	Valores médios Capacidade antioxidante pelo método ORAC dos frutos de açaí provenientes da Ilha do Combu e Ilha do Campumpema, em 72 horas de armazenamento.....	48
Tabela 9	Valores médios Capacidade antioxidante pelo método DPPH dos frutos de açaí provenientes da Ilha do Combu e Ilha do Campumpema, em 72 horas de armazenamento.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.1	AÇAI.....	17
3.2	COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA BEBIDA AÇAI.....	19
3.2.1	<i>Composição nutricional da bebida açai.....</i>	19
3.3	CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE AÇAI.....	20
3.3.1	<i>Respiração celular.....</i>	20
3.3.2	<i>Refrigeração.....</i>	21
3.3.3	<i>Embalagem.....</i>	22
3.3.4	<i>Atmosfera modificada.....</i>	22
3.4	COMPOSTOS FENÓLICOS PRESENTES NO FRUTO DE AÇAI.....	23
3.4.1	<i>Antioxidantes.....</i>	25
3.4.1.1	<i>Métodos para avaliação da capacidade antioxidante e quantificação de compostos.....</i>	26
3.4.1.1.1	<i>Método ORAC.....</i>	27
3.4.1.1.2	<i>Método DPPH.....</i>	27
3.4.1.1.3	<i>Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).....</i>	28
4	METODOLOGIA.....	29
4.1	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	29
4.2	PREPARAÇÃO DA BEBIDA AÇAI.....	31
4.3	DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS.....	31
4.3.1	<i>Determinação de umidade.....</i>	31
4.3.2	<i>Determinação da perda de massa dos frutos.....</i>	31
4.3.3	<i>Determinação do rendimento total da bebida em matéria seca.....</i>	31
4.3.4	<i>Determinação dos polifenóis totais.....</i>	32
4.3.5	<i>Determinação da Capacidade Antioxidante pelo método ORAC.....</i>	32
4.3.6	<i>Determinação da capacidade antioxidante pelo método DPPH.....</i>	32
4.4	AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (HPLC).....	32
4.4.1	<i>Extração das antocianinas antociânicos da bebida in natura de açai.....</i>	32
4.4.2	<i>Especificações do equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).....</i>	33
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1	<i>Rendimento em matéria seca da bebida e perda de massa dos frutos.....</i>	35
5.2	<i>Polifenóis totais (PT).....</i>	38
5.3	<i>Antocianinas majoritárias presentes em frutos de açai avaliados por HPLC.....</i>	41
5.4	<i>Capacidade antioxidante pelos métodos ORAC e DPPH.....</i>	44
6	CONCLUSÕES.....	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
	APÊNDICES.....	58

1 INTRODUÇÃO

A região Amazônica possui grande quantidade de frutas com sabores diversos, que apresentam potencial econômico e de valorização importante para a região. No Estado do Pará, o fruto de açaí (*Euterpe oleracea* Martius) é um dos principais suplementos da dieta alimentar da população e, em virtude de sua alta produtividade, a comercialização da bebida açaí representa uma importante fonte de renda, o que o torna imprescindível à economia regional (BICHARA; ROGEZ, 2011).

A bebida açaí apresenta um elevado valor energético, contém fibras, vitamina E, proteínas, minerais e ácidos graxos essenciais como Ômega-6 e Ômega-9. Além dessas propriedades, também é rico em compostos fenólicos, especialmente as antocianinas, substâncias que apresentam elevada capacidade antioxidante, responsáveis pela coloração roxa característica do fruto (ROGEZ, 2000; MAIA; SOUSA; LIMA, 2007). Tais compostos têm a capacidade de neutralizar os radicais livres, protegendo o organismo contra efeitos carcinogênicos e aterogênicos. Nesse contexto, o fruto do açaizeiro destaca-se por apresentar propriedades funcionais devido a sua composição química (PIMENTEL FRANCK; GOLLÜCKE, 2005; BICHARA; ROGEZ, 2011).

Apesar das características do açaí serem favoráveis ao organismo humano, as propriedades que conferem funcionalidade ao fruto são instáveis, de modo que, a sua comercialização é limitada, devido à alta perecibilidade, pois, mesmo sob refrigeração, a polpa não se conserva por mais de 12 horas (ROGEZ, 2000; ALBARICI, VALETA, PESSOA, 2007).

Diante disso, o uso de tecnologias pós colheitas podem atuar prologando a vida útil, além da refrigeração, destaca-se a embalagem que modificam a atmosfera, que pode ser classificada em ativa ou passiva. Na ativa, a atmosfera é criada injetando inicialmente no espaço livre da embalagem uma mistura gasosa pré-determinada, já no armazenamento em atmosfera modificada passiva, a atmosfera ambiente é alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de dióxido de carbono (CO₂) proveniente do próprio produto aumente, e a concentração de oxigênio (O₂) diminua à medida que ele é utilizado pelo processo respiratório. Essas concentrações de O₂ e CO₂ não são controladas e variam em função do tempo, temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Pompeu; Barata e Rogez et al. (2009) avaliaram os impactos da refrigeração (5, 10, 15°C) frente à temperatura ambiente da região (30°C) sobre a perda de massa, a carga

microbiana e a degradação das antocianinas totais dos frutos do açazeiro em um período de estocagem semelhante ao tempo de comercialização destes (70 horas). Eles verificaram que o efeito da refrigeração resultou em decréscimo na perda de massa, além de menor multiplicação das bactérias mesófilas totais e dos bolores e levedura e menor degradação das antocianinas. Apesar de estudado o impacto da refrigeração, ainda não existe na literatura trabalhos que evidenciem o impacto desta com uso de embalagem de atmosfera modificada, afim de preservar, principalmente suas propriedades fenólicas, especialmente as antocianinas majoritárias e a capacidade antioxidante por um período superior a 70 horas.

Assim, tornou-se relevante a realização deste estudo, uma vez que os locais de produção são distantes dos centros de comercialização, principalmente no período de entressafra, época em que os frutos são adquiridos, também, de outros Estados produtores como Amapá. Nesse caso, demanda um tempo maior de estocagem, caso os frutos não fiquem acondicionados adequadamente, o que poderá acarreta dificuldade para oferecer um alimento qualitativamente desejável.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do uso da embalagem de atmosfera modificada passiva, associada à refrigeração, tendo em vista o aumento da vida de prateleira dos frutos de açaí.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a perda de massa dos frutos acondicionados em diferentes temperaturas, tempos e com uso da embalagem de poliamida com perfurações a laser;
- Averiguar o impacto deste armazenamento sobre o teor de polifenóis totais e das principais antocianinas presentes (cianidina-3- glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo);
- Avaliar a evolução da capacidade antioxidante, pelos métodos ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) e DPPH (diphenil-1-picrylhydrazyl).

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 AÇAÍ

O açaí é um dos frutos altamente consumidos na Amazônia, em virtude do seu valor nutricional, em especial sua capacidade antioxidante (KANG et al., 2011; GORDON et al., 2012). *Euterpe oleracea* (Figura 1), conhecido como açaizeiro, produz frutos que crescem em cachos durante todo o ano, porém, o período de elevada produção (safra) é entre julho e dezembro. Além dos frutos, a árvore também é explorada, simultaneamente, por seu apreciado palmito, que é, em grande parte, exportado a partir do Estado do Pará (Brasil) (BICHARA; ROGEZ, 2011).



Figura 1: Açaizeiro (*Euterpe oleracea*)

Fonte: RABELO, 2012

Euterpe oleracea, *Euterpe precatória* e *Euterpe edulis* são as três espécies mais cultivadas no Brasil. Trata-se de frutos com grande importância econômica para o Brasil e, em particular, para a economia da região Norte. Em 2014, o Pará produziu 109.759 ton de frutos *Euterpe oleracea* Martius (IBGE, 2015).

Dois variedades de açaí de *Euterpe oleracea* são encontradas normalmente no mercado: açaí de coloração preta, que representa o maior volume de comercialização (Figura 2A) e açaí branco que possui frutos e polpa verde escuro brilhante (Figura 2B). Ambos apresentam frutos pequenos, tem forma globular e arredondados medindo de 1 a 2 cm de

diâmetro, com peso de 0,8 a 2,3g. A polpa representa 5 a 15% dependendo da origem e grau de maturidade dos frutos (ROGEZ, et al, 2011).

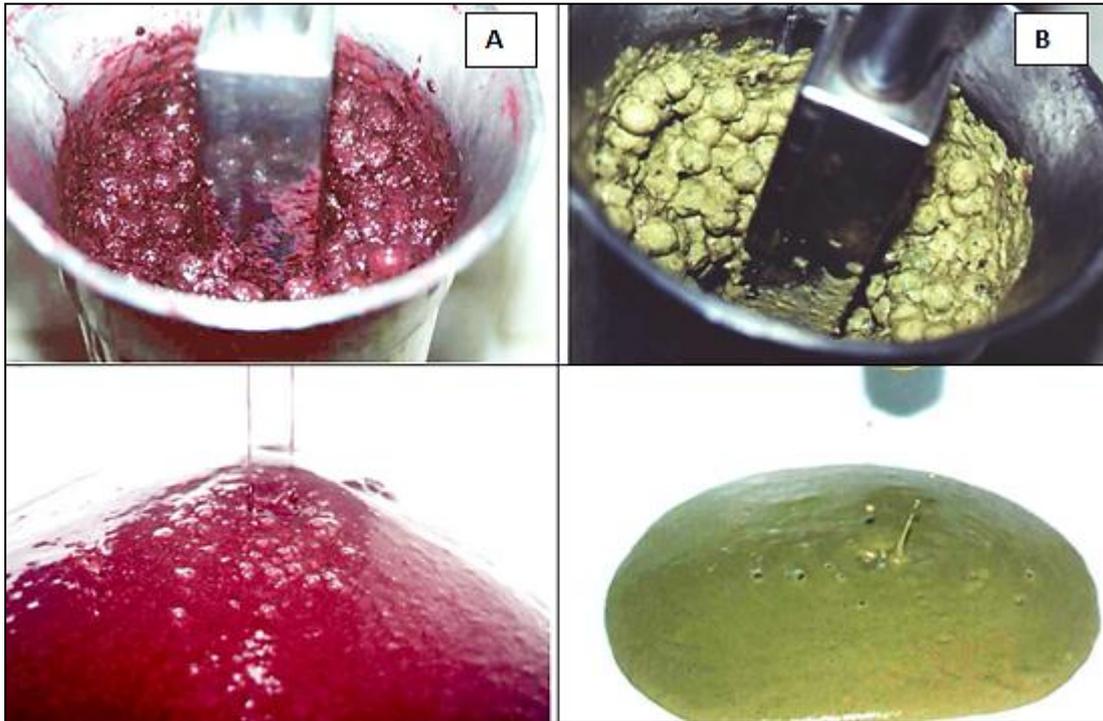


Figura 2: Açaí preto (2A); Açaí branco (2B)

Fonte: ROGEZ, 2000

O açaí é um fruto de padrão respiratório não-climatérico, rico em compostos fenólicos, especialmente, antocianinas. Rogez (2000), verificou em seu estudo que o acúmulo de antocianinas nos frutos aumenta conforme o estágio de maturação, definido em cinco, sendo eles: verde, vitrin, preto, tuíra e maduro. Os frutos das variedades verde apresentam cachos com pelo menos metade dos frutos com coloração verde. Nesse estágio são considerados impróprios para colheita. No vitrin a maioria dos frutos são de cor preta, mas existem alguns esverdeados, seus cachos não estão suficientemente maduros, logo o rendimento e o sabor da polpa são comprometidos. No estágio de maturação preto, os frutos apresentam superfície brilhante, o rendimento e a qualidade da polpa são considerados bons, mas ainda não são ideais para colheita. No Tuíra, os frutos apresentam-se uniformemente pretos e cobertos por uma fina película de cera, dando aos mesmos uma aparência esbranquiçada. É nessa fase que apresentam elevadas concentrações de polifenóis totais, além de maiores rendimentos, assim são classificados como ideais para a produção da bebida açaí. No maduro, os frutos já estão secos e murchos, resultando em baixo rendimento de polpa e qualidade inferior.

O açaí é altamente perecível, em decorrência da elevada carga microbiana que, juntamente com a degradação enzimática, são responsáveis pelas alterações de cor e aparecimento do sabor azedo. O não uso de alguma tecnologia de conservação dos frutos, gera bebidas de baixa qualidade, principalmente, pela rápida oxidação das antocianinas (SOUZA; MELO; ALMEIDA, 1999; ROGEZ, 2000; ALEXANDRE; CUNHA; HUBINGER., 2004).

3.2 COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA BEBIDA AÇAÍ

3.2.1 Composição nutricional da bebida açaí

O açaí é rico em proteínas, fibras, lipídios (estes, por sua vez, têm perfil de ácidos graxos semelhantes ao azeite de oliva). Possui também minerais como manganês, cobre, boro, cromo e, ainda, vitamina E (ROGEZ, 2000; BICHARA; ROGEZ, 2011). A tabela 1 apresenta a composição nutricional da bebida açaí.

Tabela 1: Composição nutricional da bebida açaí, em base seca, valor de pH e polifenóis totais

<i>Determinações</i>	
pH	5,23 ±0,27
Lipídios (%)	52,64±5,23
Proteína (%)	10,05 ± 1,15
Glicose (%)	1,55 ± 0,50
Frutose (%)	1,36 ± 0,69
Sacarose (%)	0,05 ±0,09
Fibras (%)	25,22 ±6,71
Cinzas (%)	3,09±0,84
Polifenóis totais (%)	3,80

Fonte: BICHARA; ROGEZ (2011)

3.3 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE AÇAÍ

3.3.1 *Respiração celular*

Após a retirada do fruto da planta, inicia-se um período conhecido como pós-colheita, que segue até a sua utilização no preparo de alimentos para consumo ou processamento (RAHMAN, 2003). Este período é marcado pelos processos de transpiração e respiração, principais fatores de deterioração que afetam significativamente a qualidade pós-colheita dos frutos e que estão relacionados ao fenômeno de senescência (ÁLVAREZ-ARMENTA et al., 2008).

A respiração é o principal processo fisiológico responsável pelo comprometimento da qualidade pós-colheita. Trata-se de um processo oxidativo que mobiliza suas reservas acumuladas nas fases de crescimento e de maturação para a manutenção metabólicas após a colheita, notadamente no que se refere à organização celular, à permeabilidade das membranas e ao transporte de metabólitos para os tecidos. As mudanças químicas pós-colheita que ocorrem nos frutos são direta ou indiretamente relacionadas com atividades oxidativas e fermentativas, designadas como oxidações biológicas. A respiração corresponde às reações químicas que requerem oxigênio (respiração aeróbica), ao passo que a fermentação (respiração anaeróbica) ocorre em ambiente livre de oxigênio, embora, também, possa ocorrer em atmosfera contendo oxigênio (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A fermentação alcoólica inicia-se com a glicólise, ocorrendo oxidação da glicose em duas moléculas de ácido pirúvico, sendo na presença ou não de oxigênio. No primeiro momento, para a fosforilação da molécula de glicose são utilizadas duas moléculas de ATP, em seguida é reestruturada e quebrada em dois compostos de três carbonos: gliceraldeído-3-fosfato e dihidroxiacetona fosfato, que rapidamente também se converte em gliceraldeído-3-fosfato. No segundo momento, as moléculas de gliceraldeído produzidas são oxidadas em duas moléculas de ácido pirúvico. Nessas reações, ocorre a redução de duas moléculas de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD⁺) a NADH e quatro moléculas de ATP são formadas pela fosforilação em nível de substrato, com saldo final positivo de duas moléculas de ATP para cada molécula de glicose oxidada. Após a glicólise, ocorre a conversão de duas moléculas de ácido pirúvico em dois acetaldeídos e duas moléculas de dióxido de carbono (CO₂). Para a formação do etanol, produto final da fermentação, as moléculas de acetaldeído são reduzidas à etanol por duas moléculas de NADH (TORTORA et al., 2005; LEHNINGER; NELSON; COX, 2006).

3.3.2 Refrigeração

A baixa temperatura diminui as atividades fisiológicas, como a respiração, e microbiológicas que ocasionam a deterioração do produto e a alteração de suas características, incluindo textura, sabor, cor e valor nutritivo, comprometendo a qualidade (SAMIRA; WOLDETSADIK; WORKNEH, 2011), porém, existe uma temperatura ideal para a manutenção de cada tipo de fruto, em temperaturas muito inferiores podem ocorrer injúrias pelo frio (BHANDE; RAVINDRA; GOSWAMI, 2008; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Assim, há uma relação inversamente proporcional no tocante a vida pós-colheita de vegetais frescos. Quanto maior a taxa respiratória, menor a vida útil do vegetal, portanto, as tecnologias de conservação pós-colheita, como, por exemplo, a refrigeração e, de forma complementar, o uso de embalagem que modifica a atmosfera no seu interior, visam reduzir a respiração para a manutenção da qualidade dos produtos vegetais por maior tempo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Aguiar (2010), o açaí é um fruto de atividade respiratória relevante, entre os não climatéricos, atingindo nas primeiras 3 (três) horas uma taxa de 27,02 mL CO₂ /kg.h, em temperatura de 31,7 ±1,8°C.

O transporte dos frutos de açaí muitas vezes ocorre de forma inadequada nos porões dos barcos, onde há condições favoráveis de temperatura, umidade, disponibilidade de nutrientes e falta de ventilação, para o desenvolvimento microbiano. Dessa forma, pode ocorrer fermentação espontânea dos frutos, o que favorece a perda da qualidade do produto (ROGEZ, 2000; PESSOA; SILVA, 2007).

Dessa forma, o armazenamento refrigerado, durante toda a cadeia produtiva, retarda o desenvolvimento microbiológico e os processos fisiológicos, como a respiração, o que leva à conservação de aroma, sabor, cor, textura e outros atributos de qualidade do produto armazenado (TOURNAS; KATSOUZAS 2005; CHITARRA; CHITARRA 2005).

Para Vilas Boas et al (2004) e Cortez, Honório, Moretti (2002), a velocidade de uma reação biológica é incrementada de duas a três vezes para cada aumento de 10°C na temperatura do ambiente de comercialização dos frutos e hortaliças, de maneira que, a diminuição da temperatura resulta em redução da atividade respiratória de frutos. Essa ocorrência foi verificada por Stefanini (2013), no seu estudo com frutos de açaí. Nele, observou-se que o aumento da temperatura acarretou acréscimo na taxa de respiração (Figura 3).

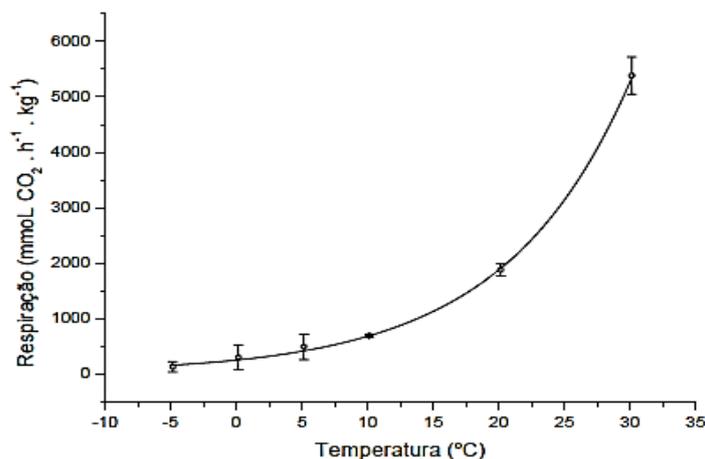


Figura 3: Respiração dos frutos de açaí em função da temperatura

Fonte: STEFANINI , 2013

3.3.3 Embalagem

Devido às suas múltiplas funções, a embalagem desempenha um papel fundamental na indústria de alimentos. Além de conter o produto, a embalagem é muito importante na conservação do alimento, mantendo a sua qualidade e segurança, atuando como barreira contra fatores responsáveis pela deterioração química, física e microbiológica (JORGE, 2013). Assim, as principais funções das embalagens são: contenção, proteção, informação e venda (AZEREDO et al., 2012).

A embalagem adequada de produtos hortícolas é um dos principais fatores que contribuem para uma comercialização bem-sucedida e para a redução das perdas pós-colheita. Quanto aos materiais utilizados para confecção das embalagens, são muito variados, não só na qualidade, como no tamanho e no formato e se destinam às diversas etapas do manuseio, colheita, transporte, armazenamento e comercialização. Dentre elas, destacam-se madeira, celulose e polímero sintético, como por exemplo a poliamida (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.3.4 Atmosfera modificada

Consiste em uma técnica que modifica a atmosfera dentro da embalagem. Esse fato favorece o declínio da velocidade da respiração, atraso na maturação e diminuição na deterioração de frutos (MACHADO; COUTINHO; CAETANO, 2007).

A embalagem de atmosfera modificada pode ser de duas formas: ativa ou passiva. Na ativa, atmosfera é modificada injetando, inicialmente, no espaço livre da embalagem uma mistura gasosa predeterminada, sendo a atmosfera de equilíbrio determinada pela interação entre o produto, embalagem e ambiente (VILAS BOAS et al., 2004). A passiva é economicamente mais interessante, pois a atmosfera interna das embalagens é modificada pela própria respiração do produto, em função da permeabilidade da embalagem e da temperatura, diminuindo a concentração de oxigênio (O₂) e elevando-se os níveis de dióxido de carbono (CO₂), isso leva a criação de uma composição ideal de gases dentro da embalagem, onde as concentrações de O₂ e CO₂ não sejam prejudiciais e que a atividade respiratória do produto seja a menor possível (RODRIGUES et al., 2008; MANTILLA et al., 2010).

O uso da embalagem de atmosfera modificada associada a baixas temperaturas de armazenamento consiste em uma técnica promissora e de baixo custo para prolongar a vida útil de frutas e hortaliças, além de minimizar as perdas de qualidade e de peso, bem como a degradação por microrganismos (SIQUEIRA et al., 2009). Dentre os benefícios da utilização da embalagem, destaca-se: retardamento da senescência devido a menor atividade respiratória e produção de etileno, além de minimização de certas desordens fisiológicas, como danos pelo frio (KADER, 2002). Chitarra e Chitarra (2005) mencionam que o emprego de atmosfera modificada, utilizando-se filmes plásticos, como a poliamida, limita a perda de massa dos frutos e as trocas gasosas para o ambiente, o que leva à diminuição do metabolismo dos produtos de modo a prolongar sua qualidade pós-colheita, além de proporcionar outros efeitos desejáveis, como a manutenção da cor e da firmeza (OSHIRO; DRESCH; SCALON, 2013). Segundo Steffens et al. (2009), o processo é de baixo custo e prático.

3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS PRESENTES NO FRUTO DE AÇAÍ

Quimicamente, os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (LEE et al., 2005). Esses compostos variam extensamente em estrutura química (Tabela 2) e, conseqüentemente, na função biológica, além disso, apresentam algumas características em comum: são presentes no reino vegetal, são substâncias orgânicas, geralmente de baixo peso molecular, não são sintetizados pelo organismo humano e apresentam ação protetora na saúde humana quando presentes na dieta. Em sua maioria, são metabólitos secundários e,

geralmente, estão relacionados com os sistemas de defesa das plantas contra a radiação ultravioleta ou as agressões de insetos ou patógenos (MANACH et al, 2004).

Tabela 2 - Principais classes de compostos fenólicos

Classes	Estrutura
Fenóis simples, bezoquinonas	C_6
Ácidos hidroxibenzóicos	C_6-C_1
Acetofenonas, ácido fenilacéticos	C_6-C_2
Ácidos hidroxicinâmicos e fenilpropanóides	C_6-C_3
Nafitoquinonas	C_6-C_4
Xantonas	$C_6-C_1-C_6$
Stilbenos, antraquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6-C_3-C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6-C_3)_2$
Biflavonóides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

Fonte: HARBORNE, 1989; HARBORNE; BAXTER; MOSS, 1999.

Diversos fatores podem influenciar o conteúdo dos metabolitos secundários nos vegetais, como a sazonalidade, ritmo circadiano e desenvolvimento da planta, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes, altitude, poluição atmosférica e indução por estímulos mecânicos ou ataques de patógenos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Os compostos fenólicos são biossintetizados por duas rotas diferentes, que são elas: a rota do ácido chiquímico e do ácido malônico (TAIZ; ZEIGER, 2004). A classe mais abundante de compostos fenólicos são derivados da fenilalanina formada, a partir da rota metabólica do ácido chiquímico (HUI, 2010), que por meio da eliminação de uma molécula de amônia forma o ácido *trans*-cinâmico. A reação é catalisada pela enzima fenilalanina amonialiase (PAL) (TAIZ; ZEIGER, 2004).

São inúmeros os benefícios associados aos compostos fenólicos como: atividade antioxidante, anti-inflamatória e efeitos anticancerígenos. Como tal, eles têm sido consideravelmente estudados e chamado a atenção tanto da indústria quanto de consumidores que estejam interessados em alimentos ricos, principalmente, em flavonoides (PEREZ-

GREGORIO et al., 2014). A Tabela 3 apresenta as concentrações dos principais compostos fenólicos presentes no açaí, destacando as cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo como antocianinas majoritárias.

Tabela 3: Concentração dos principais flavonoides não antociânicos (NA) e antociânicos (A) dos frutos de açaí

<i>Compostos</i>	<i>mg/100 g e mg/Kg*</i>
(+)-catequina (NA)	3,05±0.07
(-)-epicatequina (NA)	3,25±0.09
Quercetina-3-glicosídeo (NA)	1,33±0.03
Rutina (NA)	3,61±0.06
Orientina (NA)	35,72±0.42
Homoorientina (NA)	48,82±0.98
Vitexina (NA)	2,99±0.04
Isovitexina (NA)	3,71±0.10
Quercetina (NA)	1,77±0.03
Chrysoeriol (NA)	0,69±0.04
(+)-Dihidrokaempferol (NA)	2,18±0.02
Cianidina-3-glicosídeo (A)	285,65±0.47
Cianidina-3-rutinosídeo (A)	202,85±1.09

* mg/100 g para compostos não antociânicos; mg/Kg para antociânicos.

Fonte: DIAS et al., 2012; DIAS et al., 2013.

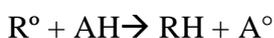
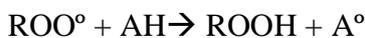
As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides, que são compostos fenólicos, e estão distribuídos largamente na natureza, são solúveis em água e responsáveis pelas intensas cores vermelha e azul em vários frutos e flores (FRAIGE; PEREIRA-FILHO; CARRILHO, 2014; PEREZ-GREGORIO et al, 2014). As cianidina-3-glicosídeo e cianinida-3-rutinosídeo são as antocianinas presentes no açaí em maiores concentrações (20-30% dos compostos fenólicos totais) (SCHAUSS, et al, 2006a; LICHTENTHALER et al, 2005). Dentre os não-antociânicos, a orientina e a homoorientina, subclasse flavonas, são os majoritários (~10% dos compostos fenólicos totais) (PACHECO-PALENCIA, DUNCAN, TALCOTT, 2009).

3.4.1 Antioxidantes

Os antioxidantes são compostos que atuam inibindo e/ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres e compostos oxidantes. São importantes no combate aos processos oxidativos, como menores danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando, assim, os danos cumulativos que podem desencadear as diversas patologias (SANTOS et al., 2008).

De acordo com o mecanismo de ação, os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários.

Os primários são aqueles capazes de retardar ou impedir as etapas de iniciação ou, ainda, interromper a propagação da auto-oxidação ao doarem átomos de hidrogênio, interrompendo, assim, a reação em cadeia (REISCHE; LILLARD; EITENMILLER, 2002).



Onde: ROO° e R° são radicais livres; AH, antioxidante com um hidrogênio ativo; e A° , radical inerte.

Na reação, o átomo de hidrogênio ativo do antioxidante é abstraído pelos radicais livres R° e ROO° mais facilmente que os hidrogênios alílicos das moléculas lipídicas insaturadas, por exemplo. O radical antioxidante produzido pela doação do hidrogênio é estabilizado por ressonância e torna-se reativamente fraco, por consequência, a taxa de difusão da oxidação é diminuída (RAMALHO; JORGE, 2006; REISCHE; LILLARD; EITENMILLER, 2002).

Já os antioxidantes secundários retardam a reação de auto-oxidação por diferentes mecanismos, que incluem complexação com metais, sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singleto (GORDON, 1990).

Devido ao grande interesse na quantificação da capacidade antioxidante de diversos compostos, várias metodologias *in vitro* foram propostas, com diferenças no grau de complexidade, sensibilidade, mecanismos e espécies reativas envolvidas (ARNAO, 2000; LICHTENTHÄLER et al, 2005; HUANG; OU; PRIOR, 2005). Alguns métodos são mais apropriados que outros, dependendo da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruta. Assim, existem metodologias para frutos ricos em compostos hidrofílicos, como também lipofílicos (SUCUPIRA et al., 2012).

3.4.1.1 Métodos para avaliação da capacidade antioxidante e quantificação de compostos

Existe diferentes métodos para avaliar a capacidade antioxidante, que estão divididos em relação à natureza da reação, são eles: os que envolvem transferência de elétrons e os que envolvem transferência de átomos de hidrogênio. Dentre os métodos baseados na transferência de átomos de hidrogênio, tem-se o ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*), o TRAP (*Total Radical Trapping Antioxidant Parameter*); o IOU (*Inibited Oxygen*

Uptake); e a inibição da oxidação do ácido linoleico e da lipoproteína de baixa densidade, LDL. Os que estão envolvidos na transferência de elétrons são, por exemplo, o ABTS expresso em TEAC (Trolox® Equivalence Antioxidant Capacity), FRAP (Ferric Ion Reducing Antioxidant Parameter); DPPH (Diphenil-1-Picrylhydrazyl) e capacidade de redução do cobre II (ARNAO, 2000; BECKER; NISSEN; SHIBSTED, 2004; HUANG; OU; PRIOR, 2005).

3.4.1.1.1 Método ORAC

O método ORAC tem sido considerado um dos métodos mais relevantes para o sistema biológico, pois mensura a capacidade da amostra em inibir reações de oxigenação induzida por uma espécie reativa de oxigênio pertencente ao grupo de radicais livres peroxila (PRIOR; WU; SCHAICH, 2005). Esse método baseia-se em um mecanismo de transferência de átomos de hidrogênio que mede a capacidade de captura de um radical específico, peroxila, gerada a partir de uma molécula orgânica de AAPH (dicloreto de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) (ZULUETA; ESTEVE; FRÍGOLA, 2009).

Neste ensaio o radical peroxila, gerado pela reação do AAPH com oxigênio atmosférico, reage com a prova fluorescente para formar um produto não fluorescente, que pode ser medido por um espectrofluorímetro. Este ensaio avalia a atividade antioxidante por meio da inibição da oxidação. Os resultados são expressos em unidades ORAC ou equivalentes de trolox, que corresponde à quantidade de trolox (análogo hidrossolúvel da vitamina E) em μmol que tem a mesma atividade antioxidante para o radical peroxila (VASCONCELOS et al, 2007).

3.4.1.1.2 Método DPPH

O radical DPPH• é estável em solução e aparece com a cor púrpura e absorção máxima em 515 – 520 nm. Este ensaio é baseado no princípio de que o radical DPPH• tende a aceitar um átomo de hidrogênio (H) (Figura 4) a partir da molécula sequestrante, isto é, um antioxidante, resultante na redução do radical DPPH•, e na alteração da cor do meio reacional, que passa de púrpura para amarelo e resulta na diminuição da absorbância (MISHRA; OJHA; CHAUDRURY, 2012).

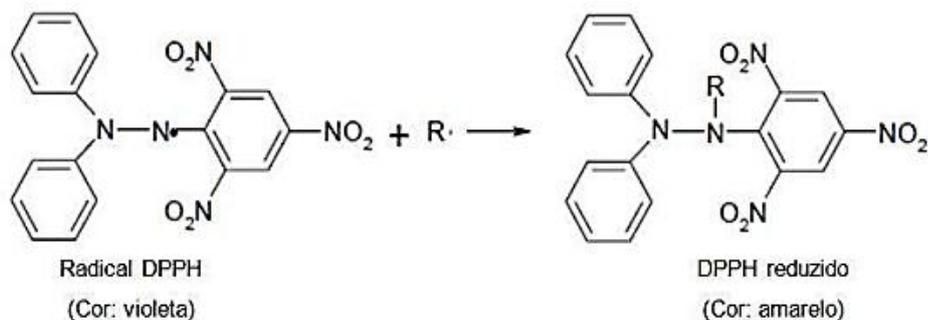


Figura 4: Estrutura química do radical DPPH e reação de estabilização com um antioxidante

Fonte: MOON; SHIBAMOTO, 2009.

Os resultados podem ser expressos em porcentagem de atividade antioxidante, micromoles de equivalente do padrão utilizado (Trolox, por exemplo) ou ainda como EC_{50} , que é a quantidade do padrão utilizado necessária para reduzir a concentração inicial do radical livre do meio em 50% (MOON; SHIBAMOTO, 2009).

3.4.1.1.3 Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

Iniciou-se na década dos anos 60, é uma extensão da cromatografia líquida clássica e está caracterizada pelo uso de colunas em aço inox muito mais estreitas, com diâmetro interno de 2-5 mm, empacotadas com partículas de tamanho muito pequeno, 3-10 μm , que constituem a fase estacionária. A fase móvel circula sob alta pressão ao longo da coluna com um fluxo controlado. Essa alta pressão permite análises mais rápidas e o uso de fases estacionárias constituídas por micropartículas que permitem uma elevada eficiência na separação (SIMPSON, 1978).

Devido as inúmeras potencialidades, ela tem sido muito empregada na análise de compostos fenólicos, principalmente os flavonoides e suas demais subclasses (DUTRA; RIBANI, 2009), de tal forma que é uma ferramenta muito eficiente para a análise quantitativa e qualitativa (ACEVEDO et al., 2012; BARNES et al., 2009; FRAIGE; PEREIRA-FILHO; CARRILHO, 2014; LIU et al., 2013; MULABAGAL; CALDERON, 2012).

A Cromatografia líquida de alta eficiência de fase reversa acoplada a um detector de arranjo de fotodiodos (DAD) tem sido a ferramenta mais usada ultimamente para a identificação e quantificação das antocianinas (HONG; WROLSTAD, 1990; FRANCIS 1982).

4 METODOLOGIA

4.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Foram utilizados frutos de açaí (*Euterpe oleracea* Martius), em seu estágio de maturação preto, oriundos das localidades Ilha do Combu (Belém, PA) e Ilha do Campumpema (Abaetetuba, PA). Os mesmos foram transportados dentro de sacos plásticos estéreis contidos no interior de isopor, sob temperatura refrigerada, até o laboratório do Centro de Valorização Agroalimentar de Compostos Bioativos da Amazônia (CVACBA) da Universidade Federal do Pará - UFPA. O tempo total entre a colheita e a chegada ao laboratório foi entre 3 a 5 horas para ambas proveniências.

No laboratório, os frutos de açaí, adquiridos de cada localidade, foram pesados em 36 frações de 2 kg, identificados e divididos em dois grupos, constituindo assim os tratamentos: controle (C) e sob condição de atmosfera modificada (ATM) (embalados em sacolas de poliamida com perfurações a laser X-Tend) - capacidade para 5 kg (Figura 5).



Figura 5: Frutos de açaí acondicionados em embalagem de atmosfera modificada (ATM) e o controle (C)

Fonte: Arquivo pessoal

A planificação do experimental (Tabela 4) para estudo da degradação dos compostos fenólicos dos frutos do açaizeiro foi elaborado para um período de 120 horas nas condições de refrigeração (5 e 15°C) divididas em 5 e 6 tempos, respectivamente, sendo eles 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas, sendo que 96 horas foi apenas para a condição de 15°C. As triplicatas reais foram realizadas inicialmente e em 72 horas de armazenamento, exceto para 28°C.

A temperatura de 28°C foi dividido em seis tempo (6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas). Nesta condição, os frutos foram acondicionados em paneiros, limpos com sabão neutro e água corrente, o objetivo foi simular situações semelhantes aos que ocorrem durante o transporte, em ambiente de microaeróbia e com ventilação reduzida (Figura 6). Em cada tempo estabelecido do planejamento, foi realizada a medição da temperatura externa, interna dos frutos, umidade relativa (Apêndice A), além da pesagem dos frutos para posterior cálculos de determinação da perda de massa.

Nos tempos determinados, cada alíquota de frutos foi retirada das DBO (refrigeração) e do paniero para processamento e obtenção da bebida açaí.

Tabela 4: Planificação do experimento

Planificação		
28°C/horas	15°C/horas	5°C/horas
0#	0#	0#
6	-	-
12	12	12
24	24	24
36	-	-
48	48	48
72	72#	72#
-	96	-
-	120	120

= Triplicatas reais



Figura 6: Sequência do modo de acondicionamento dos frutos de açaí a temperatura ambiente (28°C)

Fonte: arquivo pessoal

4.2 PREPARAÇÃO DA BEBIDA AÇAÍ

Os frutos de açaí foram retirados das condições armazenadas, em seus tempos pré-estabelecidos, e amolecidos com água a 45°C durante 60 minutos (ROGEZ et al, 2012).

Após essa etapa, os mesmos foram colocados em uma despulpadeira mecânica durante 4 minutos, sendo feita adição de 2000 mL de água, subdivididos em 5 frações. O processamento foi realizado da seguinte maneira: no primeiro minuto, os frutos foram processados sem adição de água e nos tempos de 1 min, 1min30”, 2 min, 2min30” e 3 min foram adicionadas frações de 400 mL de água.

A bebida foi armazenada em freezer para serem submetidas as análises posteriores.

4.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS:

4.3.1 Determinação de umidade

O método utilizado foi o de secagem em estufa (105 °C ± 5°C) (AOAC,1997). As amostras foram colocadas em cadinhos de alumínio, com massas previamente determinadas (3g), ficando em estufa até atingirem peso constante (aproximadamente 24 horas). Todas as determinações foram feitas em duplicatas.

4.3.2 Determinação da perda de massa dos frutos

A perda de massa foi determinada através da pesagem dos frutos a cada tempo estabelecido no planejamento experimental em balança semi-analitica (Modelo 2003/1-2090). O resultado foi expresso em porcentagem, considerando a diferença entre a massa inicial do fruto e aquela obtida em cada intervalo de avaliação.

4.3.3 Determinação do rendimento total da bebida em matéria seca

Na sequência do despulpamento dos frutos de açaí, a bebida recolhida foi pesada (M1). Calculou-se a massa recolhida (M2) utilizando a equação: $M2 = M1/X$ (X é a massa de frutos despolpados). O rendimento total em matéria seca por quilo de frutos foi obtido pela seguinte equação: $M.S \text{ total} = \% M.S \text{ (matéria seca)} \times M2$.

% M.S = é a matéria seca da bebida despulpado, realizado segundo o método descrito no item 4.3.1.

4.3.4 Determinação dos polifenóis totais

A concentração de polifenóis totais foi realizada pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETO; ROSSI, 1965). A absorbância a 750 nm foi determinada em espectrofotômetro (Spectro Vision, T80+) as amostras analisadas em duplicatas e os resultados de polifenóis totais expressos em miligrama de equivalente de ácido gálico, por grama de matéria seca (mg EAG/g MS).

4.3.5 Determinação da Capacidade Antioxidante pelo método ORAC

O protocolo ORAC foi adaptado a partir do método desenvolvido por Ou; Hampsch-Woodill; Prior (2001) e modificado por Huang et al (2002), para uso de microplacas. A determinação de fluorescência foi determinada utilizando-se espectrofluorímetro (Biotek, Synergy HTX multi-mode reader). As análises foram realizadas em duplicatas.

4.3.6 Determinação da capacidade antioxidante pelo método DPPH

A determinação da capacidade antioxidante foi descrita por Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995), com adaptações. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 515nm (Spectro Vision, T80+). As amostras foram analisadas em duplicatas e os resultados expressos em mg de Trolox/g de matéria seca.

4.4 AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ULTRA EFICIÊNCIA (UHPLC).

4.4.1 Extração das antocianinas da bebida in natura de açaí

As extrações das antocianinas foram realizadas seguindo a metodologia descrito por Brito et al. (2007) com adaptações, realizado da seguinte maneira: Em tubos falcon, adicionou-se 3,5 mL na bebida açaí *in natura*, posteriormente acrescentou-se 3,5 mL da solução extratora (A) constituída de metanol à 2% ácido fórmico, em seguida foi realizado agitação em vortex por 1 minuto, após levou-se ao ultrassom por 5 minutos, em seguida

centrifugou-se a 6000 rpm (4°C) por 5 minutos, o sobrenadante foi transferido para um balão volumétrico de 10 mL. O mesmo procedimento foi repetido, porém utilizando 2 mL da solução extratora (B) composta de metanol 50% acidificada com 1% ácido fórmico.

Após as sucessivas extrações, aferiu-se o balão 10 mL com a solução extratora (B). As amostras foram filtradas em filtros de seringa PVDF (diâmetro de 13 nm, poro de 0,45 µm). O volume injetado no HPLC foi 20 µL.

4.4.2 Especificações do equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

O UHPLC Thermo Scientific série Ultimate 3000 (EUA) foi o sistema utilizado para as análises cromatográficas, equipado com bomba quaternária (LPG-3400RS), auto injetor, detector de arranjo de diodos - DAD (DAD-3000), software de dados (Chromeleon 7.1 SR2) e célula de fluxo (Standard Analytical). Para a realização das análises, o equipamento foi preparado para ser manuseado em condições HPLC.

A coluna utilizada foi a Kinetex 2,6µ C18 100 x 4,6 mm (Phenomenex). As fases móveis foram compostas de água ultrapura com 1% de ácido fórmico (solução A) e acetonitrila com 1% de ácido fórmico (solução B). Essas soluções foram filtradas utilizando membranas de nylon com 0,22 µm de porosidade, acondicionadas nos frascos próprios ao equipamento de cromatografia e submetidas a banho ultrassônico por 10 minutos para degaseificação. As amostras foram injetadas em duplicata e os resultados expressos em mg por g de matéria seca.

O fluxo da fase móvel foi mantido a 1mL/min e seguiu o gradiente apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Gradiente de eluição utilizado para análise das cianidinas presentes nos frutos de açaí por HPLC.

Tempo (min)	Solução A (%)	Solução B (%)
0	93	7
11	85	15
14	79	21
15	10	90
16	10	90
17	93	7,0
20	93	7,0

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos experimentalmente foram tratados através da análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas com teste de Tukey a 5% de significância. Todas as análises foram feitas com auxílio do software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2008), além do Microsoft Office Excel 2010.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Rendimento em matéria seca da bebida e perda de massa dos frutos*

O rendimento em matéria seca reflete quantitativamente a qualidade da matéria prima para obtenção da bebida, e o seu elevado teor é uma das características mais desejáveis, seja na comercialização dos frutos *in natura*, seja para fins industriais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A perda de massa fresca, por sua vez, é atribuída a reações metabólicas como a respiração e transpiração do produto, que reduzem a quantidade de água presente nos tecidos vegetais (CARVALHO; LIMA 2008).

Nas figuras 7 e 8 estão expressos os resultados do rendimento em matéria seca na bebida açai, provenientes de seus frutos armazenados sob refrigeração e 28°C, com uso de embalagem de atmosfera modificada em seu tempo inicial e em 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 120 horas de acondicionamento.

Com relação ao rendimento, pode-se observar que se manteve praticamente constante ao longo dos períodos de armazenamento, tendo uma redução ao final do ensaio.

Verificou-se que houve aumento na perda de massa dos frutos ao longo do tempo de armazenamento em todas as condições estudadas. Essa perda de massa que se relaciona à perda de água, é a causa principal da deterioração e perdas quantitativas e qualitativas dos frutos, pois altera negativamente a aparência e a textura, tornando-os pouco atrativos para a comercialização e consumo (KADER, 2002).

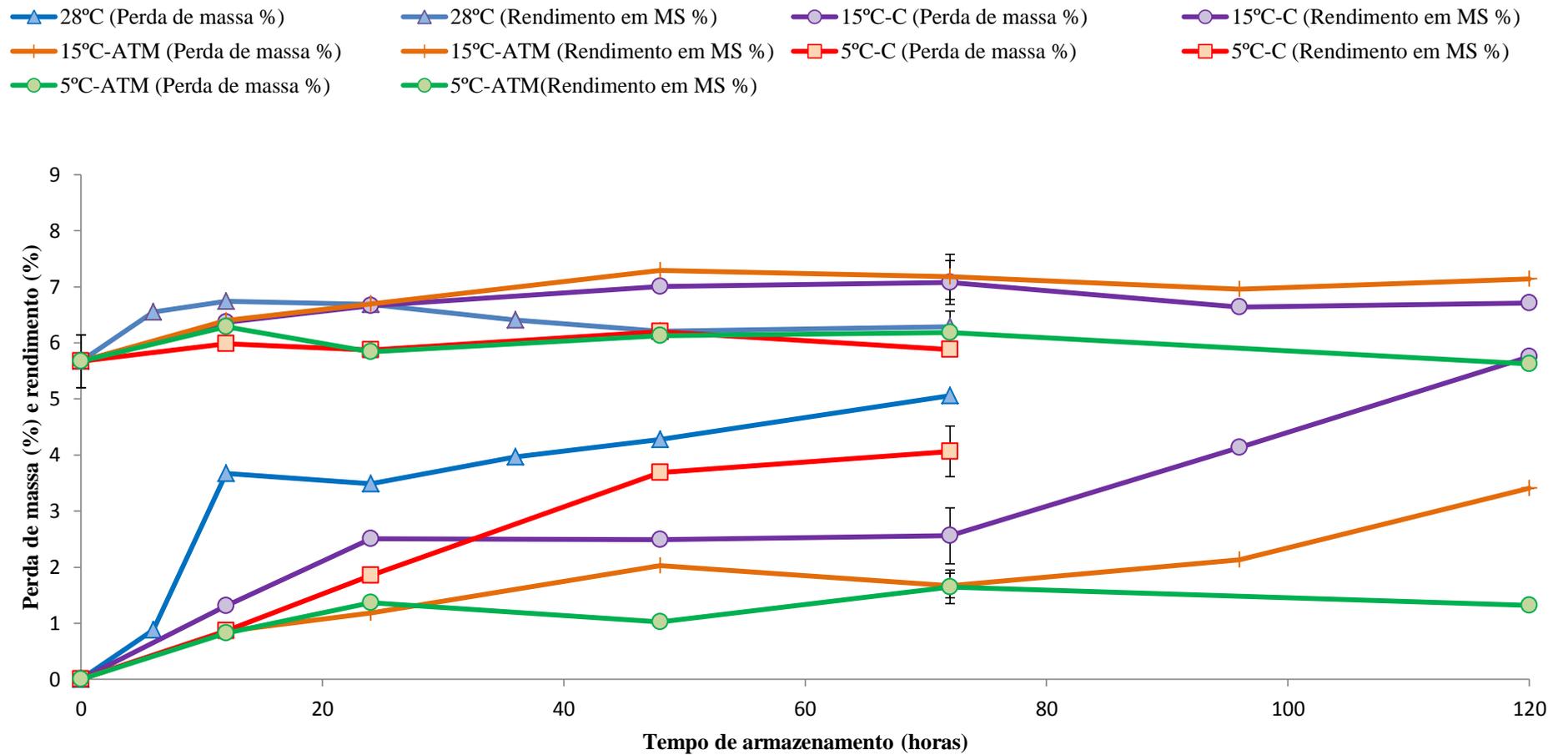


Figura 7: Perda de massa (linhas na parte inferior) e rendimento (linhas na parte superior) (%) dos frutos provenientes da Ilha do Combu em função do tempo, temperatura e uso de embalagem.

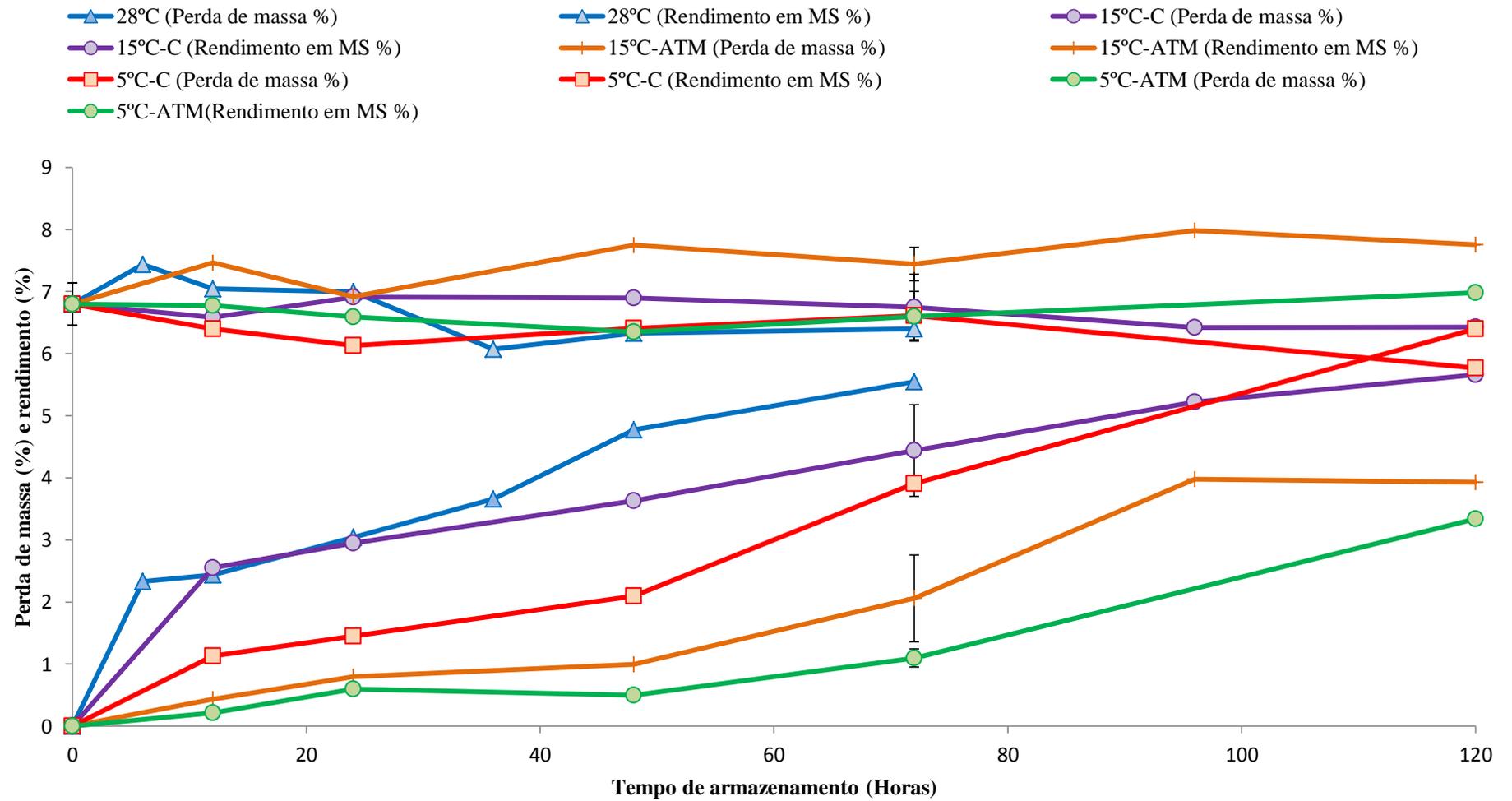


Figura 8: Perda de massa (linhas na parte inferior) e rendimento (linhas na parte superior) (%) dos frutos provenientes da Ilha de Campumpema em função do tempo, temperatura e uso de embalagem.

As perdas de massa, em 120 horas de armazenamento, foram menores na condição em que os frutos foram acondicionados em atmosfera modificada à 5°C para ambas proveniências, ilha do Combu e Campumpema (1,32 e 3,34%). Isto pode ser explicado devido à barreira física, representada pelo filme, ao vapor de água e demais gases, o que propicia menor transpiração. Essas embalagens modificam a atmosfera do ambiente, ocasionando a redução na concentração de oxigênio e o aumento do acúmulo de CO₂ no seu interior e, em consequência disso, ocorre a diminuição na taxa de respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005; RAJU; CHAUHAN; BAWA, 2011) e na taxa metabólica dos frutos (PALIYATH et al., 2008).

Esses dados corroboram com os estudos realizados por Cia et al. (2010), sobre o uso de embalagem de atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de duas cultivares de amora-preta (Guarani e Caingangue), onde foi observado que a utilização de embalagem de polietileno de baixa densidade, quando associada à refrigeração, reduz significativamente a perda de massa dos frutos. Resultado semelhante também foi encontrado por Nurten e Mustafa (2014) sobre a qualidade pós-colheita de romãs armazenadas sob refrigeração e embalagem de atmosfera modificada, eles verificaram que a menor perda de peso depois de 120 dias de armazenamento foi para os frutos acondicionados sob embalagem.

5.2 Polifenóis totais (PT)

As figuras 9 e 10 mostram os teores de polifenóis totais da bebida obtida dos frutos armazenamentos sob diferentes temperaturas (5, 15 e 28°C) e com utilização da embalagem de atmosfera modificada, em função do tempo.

Os resultados vistos no início dos experimentos evidenciam um acúmulo de polifenóis totais. Tal fato pode ser relacionado com a estimulação da atividade de algumas enzimas envolvidas na biossíntese fenólicas, quando os frutos são armazenamento em refrigeração (HAMAUZU, 2006). Ao final, observou-se um decréscimo no teor de polifenóis totais nas diversas condições estudadas. Também verificou que houve redução nos percentuais de rendimentos para as diferentes condições estudadas, isso possivelmente justifica a redução do teor de polifenóis.

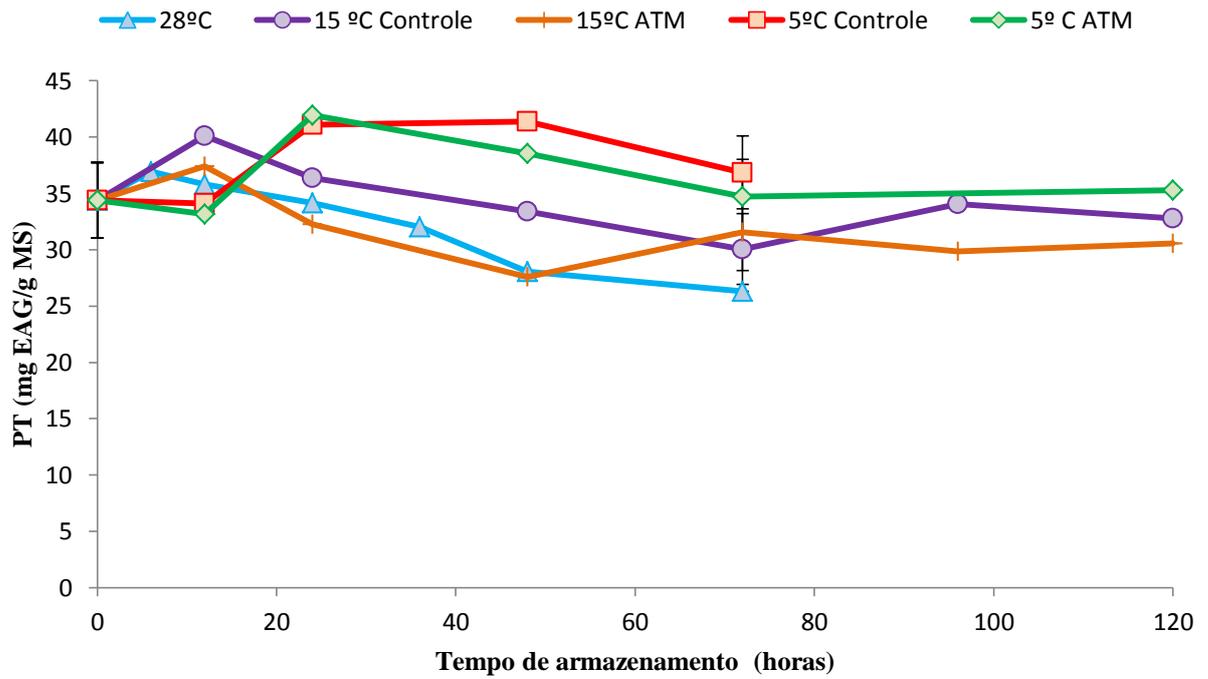


Figura 9: Conteúdo Polifenóis totais (PT) na bebida açai armazenados em diferentes temperaturas e com uso da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha do Combu.

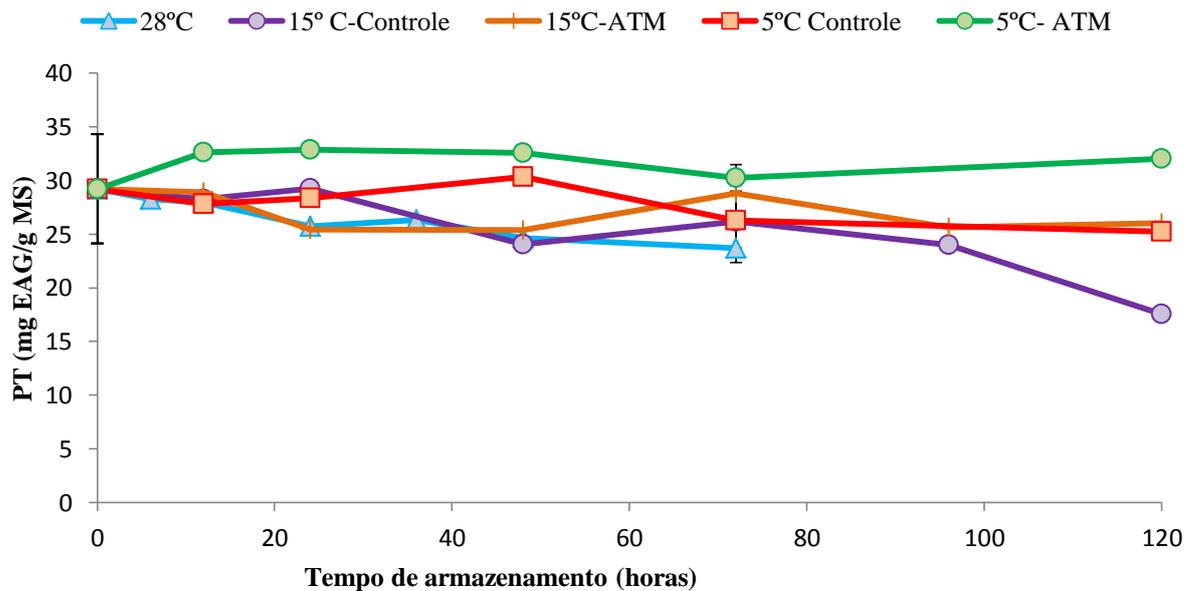


Figura 10: Conteúdo Polifenóis totais (PT) presentes na bebida açai armazenados em diferentes temperaturas e com uso da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha de Campumpema.

Verificou-se que, em 72 horas de acondicionamento, os frutos armazenados sob refrigeração (5 e 15°C) conseguiram manter valores mais elevados de polifenóis frente à temperatura ambiente (28°C). Isso deve-se a temperatura, uma vez que exerce grande influência no metabolismo de frutos, como a respiração (PETRACEK et al., 2002; KADER, SALTVEIT, 2003; NUNES, EMOND, 2003; CHITARRA, CHITARRA, 2005; BHANDE; RAVINDRA; GOSWAMI, 2008).

O decréscimo observado na concentração de polifenóis no decorrer do experimento pode ser atribuído à série de alterações químicas e enzimáticas, que pode se incluir entre essas, a atividade da polifenoloxidase, responsável pela oxidação de composto fenólicos (PATRAS et al, 2010).

Em 72 horas de armazenamento, observou-se que o uso de embalagem, assim como o as temperaturas de refrigeração (5 e 15°C), não promoveram diferenças significativas ($p < 0,05$) na quantidade de polifenóis totais, para as duas proveniências avaliadas. Isso evidencia que o uso dessa embalagem não atuou positivamente na conservação dos compostos fenólicos. Também demonstrou que não houve diferença entre as temperaturas de armazenamento (5 e 15°C) para maior preservação do conteúdo de compostos fenólicos, conforme apresenta a Tabela 6.

Tabela 6: Valores de polifenóis totais na bebida açaí provenientes da Ilha do Combu e Campumpema, em 72 horas de armazenamento.

Polifenóis totais (mg EAG/g MS)			
		5°C	15°C
Combu	Controle	36,87 ±3,25 ^{Aa}	30,05 ±3,15 ^{Aa}
	Uso da embalagem	35,53 ±3,32 ^{Aa}	31,55 ±3,38 ^{Aa}
Campumpema	Controle	27,58 ±2,23 ^{Aa}	26,48 ±3,27 ^{Aa}
	Uso da embalagem	30,23 ±3,32 ^{Aa}	28,78 ±2,19 ^{Aa}

*Letras diferentes na mesma coluna (A) e na mesma linha (a) indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

Singh e Pal (2008) argumentam que atmosferas com baixo O₂ e elevado CO₂ durante o armazenamento tem um impacto na retenção de fenólicos totais, todavia não previne sua total diminuição durante o amadurecimento.

Shadan et al (2011) verificaram que o uso embalagem de atmosfera modificada passiva atuou de forma positiva para preservação dos teores de polifenóis totais. Esse fato não foi verificado estatisticamente para os frutos de açaí armazenados até 72 horas.

5.3 Antocianinas majoritárias presentes em frutos de açaí avaliados por HPLC

É bem conhecido que os frutos do açazeiro são ricos em compostos fenólicos, especialmente as antocianinas. Nas figuras 11 a 14 estão expressos os resultados dos teores de cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, assim como a somatória das mesmas, em função das condições de armazenamento.

Nas figuras observam-se um decréscimo nos teores de cianidinas em função do tempo de armazenamento, para as duas proveniências estudadas, sendo mais acentuado na condição de 28°C, quando se compara às outras temperaturas de acondicionamento (5 e 15°C). Isso atribui-se ao fato destas serem substâncias muito instáveis nas condições ambientes, sendo facilmente oxidadas. Logo, a redução na temperatura de armazenamento é um importante fator para manter a estabilidade das antocianinas no açaí, diminuindo sua oxidação (ALBARICI; VALETA; PESSOA, 2007).

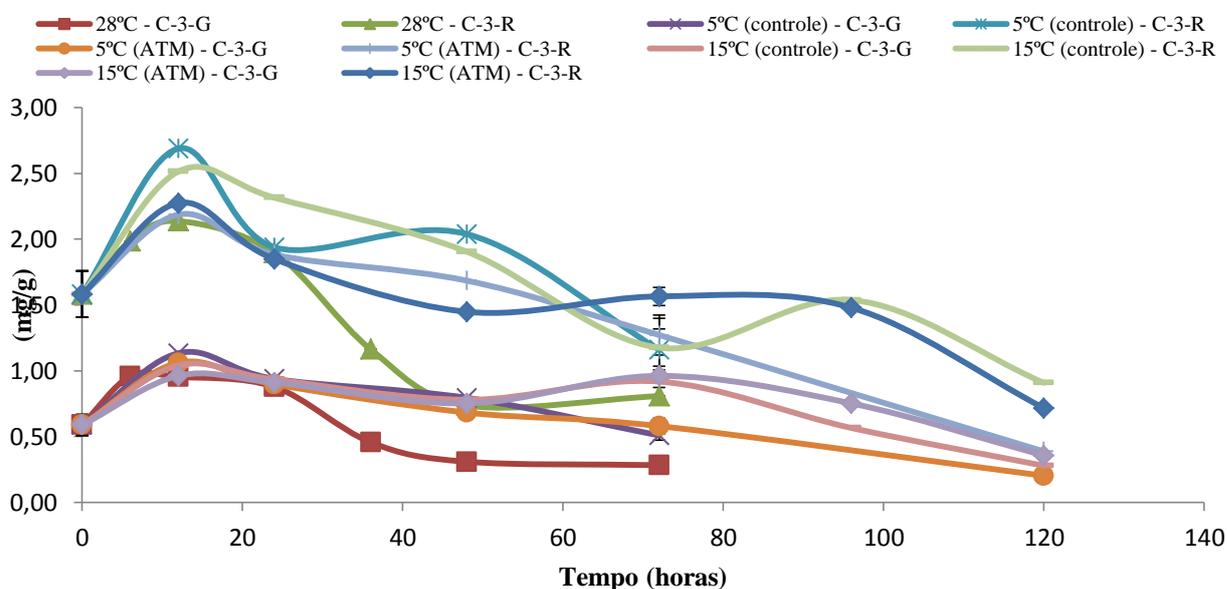


Figura 11. Conteúdo de cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo na bebida açaí acondicionados nas diferentes temperaturas e com utilização da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha do Combu.

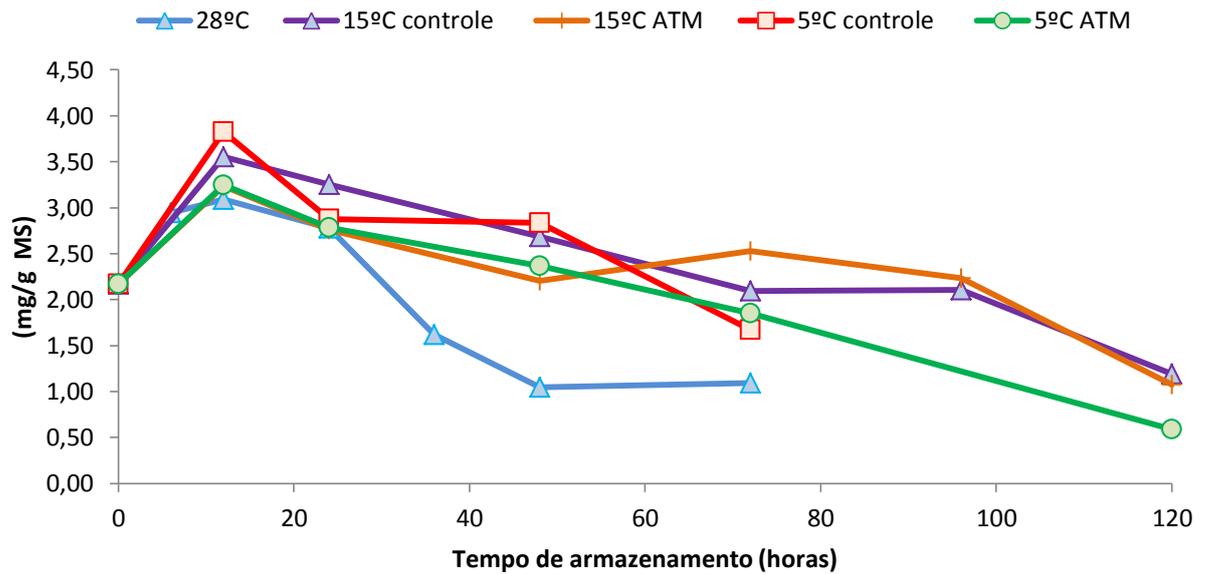


Figura 12. Somatória das antocianinas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo da bebida açáí provenientes da Ilha do Combu.

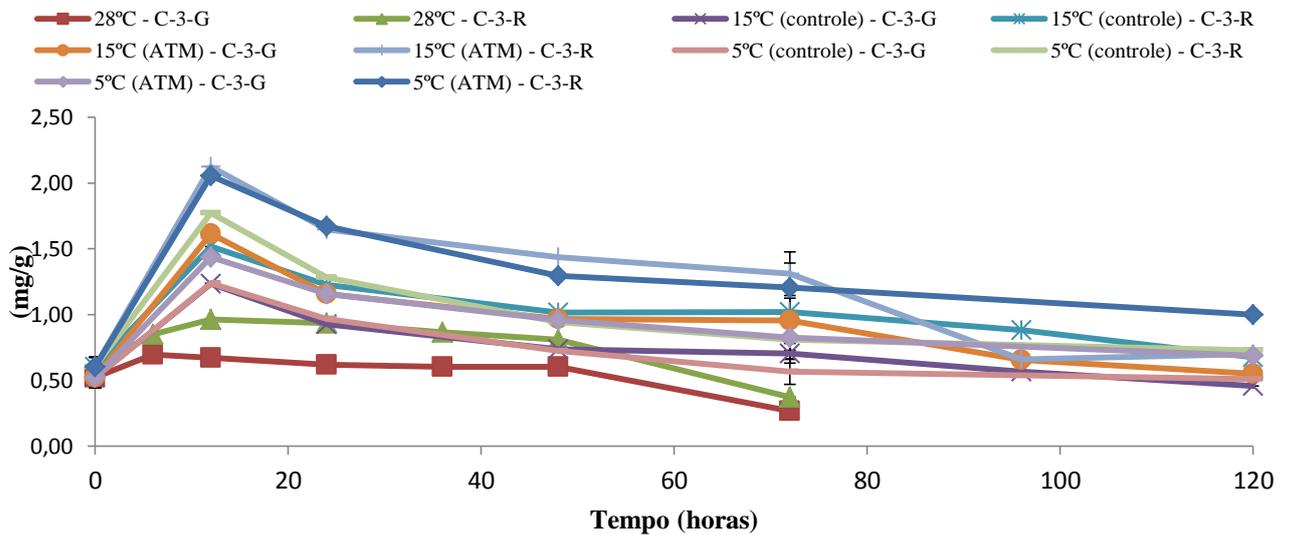


Figura 13. Conteúdo de cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo na bebida açáí acondicionados nas diferentes temperaturas e com utilização da embalagem de atmosfera modificada provenientes da Ilha do Campumpema.

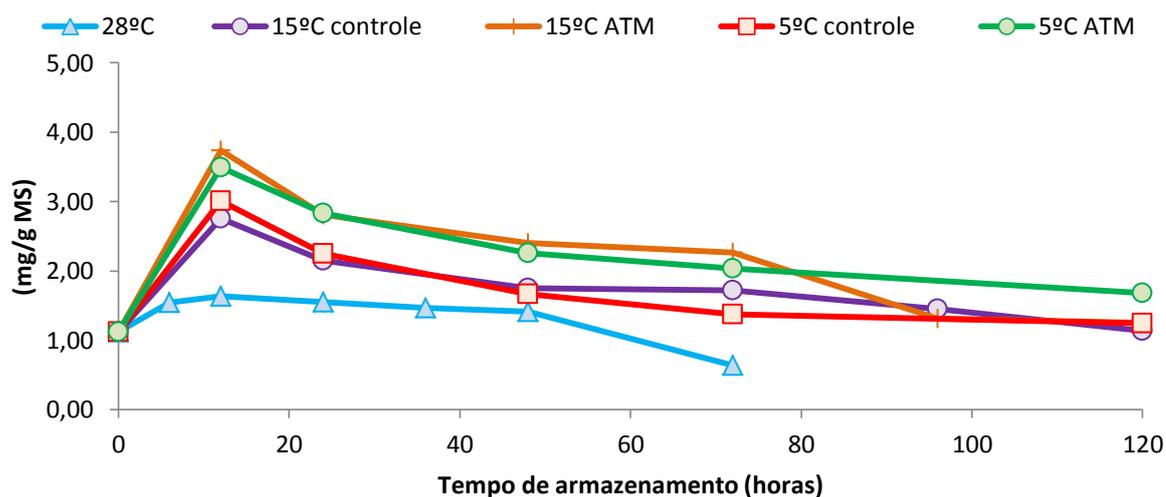


Figura 14. Somatória das antocianinas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo dos frutos de açaí provenientes da Ilha de Campumpema.

A cianidina-3-glicosídeo, ao final do processo (120 horas), se manteve com um teor mais elevado na condição de 15°C sob atmosfera modificada quando comparada as demais condições estudadas para frutos da Ilha do Combu, já para os frutos da Ilha de Campumpema foi a condição de 5°C com uso de embalagem de atmosfera modificada. Com isso, verificou-se que, possivelmente, o uso de sacola favoreceu os maiores valores de cianidina-3-glicosídeo ao final do ensaio.

Ao final do experimento, os teores de cianidina-3-rutinosídeo foram maiores em 15°C controle para os frutos da Ilha do Combu, ao passo que os frutos adquiridos da Ilha de Campumpema a condição de 5°C com uso de embalagem foi a que apresentou valores mais elevados.

Nurten e Mustafa (2014) em seu estudo sobre a qualidade dos frutos de romãs armazenados sob embalagem de atmosfera modificada e refrigeração, verificaram que os teores de antocianinas foram mais elevados para os frutos acondicionados sem o uso de embalagem.

A variação nos níveis de antocianinas dos frutos de açaí pode ser devida as diferenças que existem entre os diferentes locais de cultivo (BORGES et al., 2011a). Rogez et al (2011) mencionam que o acúmulo de antocianinas presentes nos frutos de açaí é altamente influenciada pelo local de cultivo, efeitos de fatores ambientais tais como o tipo de solo, nível de inundação, intensidade da luz solar e época da safra.

Para ambas proveniências, verificou-se também que em 72 horas de armazenamento, o uso da embalagem de atmosfera modificada e as temperaturas de armazenamento utilização (5 e 15°C) não promoveram diferenças significativas ($p < 0,05$) nos teores de antocianinas majoritárias presentes nos frutos de açaí, as cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, como mostram as tabelas 7.

Tabela 7: Valores das Antocianinas majoritárias dos frutos de açaí provenientes da Ilha do Combu e da Ilha do Campumpema, em 72 horas de armazenamento.

		<i>Antocianinas (mg/g MS)</i>		
		Cianidina-3-glicosídeo	5°C	15°C
Combu	Controle		0,51 ±0,04 ^{Aa}	0,58 ±0,05 ^{Aa}
	Uso de embalagem		0,58 ±0,06 ^{Aa}	0,71 ±0,07 ^{Aa}
	Cianidina-3-rutinosídeo			
	Controle		1,16 ±0,24 ^{Aa}	1,18 ±0,14 ^{Aa}
	Uso de embalagem		1,27 ±0,15 ^{Aa}	1,57 ±0,07 ^{Aa}
Campumpema	Cianidina-3-glicosídeo			
	Controle		0,57 ±0,10 ^{Aa}	0,70 ±0,08 ^{Aa}
	Uso de embalagem		0,83 ±3,32 ^{Aa}	0,96 ±0,04 ^{Aa}
	Cianidina-3-rutinosídeo			
	Controle		0,81 ±0,15 ^{Aa}	1,02 ±0,11 ^{Aa}
Uso de embalagem		1,21 ±3,32 ^{Aa}	1,31 ±0,17 ^{Aa}	

*Letras diferentes na mesma coluna (A,B) e na mesma linha (a) indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

5.4 Capacidade antioxidante pelos métodos ORAC e DPPH

A capacidade antioxidante na bebida açaí foi avaliada através de dois métodos diferentes: sequestro de radicais livres do DPPH e capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC). Os resultados estão apresentados nas figuras 15 a 18.

Nelas podemos observar decréscimo na capacidade antioxidante para todas as condições estudada, sendo mais expressivo para temperatura de 28°C. Nessa condição de armazenamento, os frutos foram expostos as circunstâncias semelhantes ao que ocorrem durante os transportes dos frutos aos grandes centros de comercialização, tais como: temperatura elevada, baixa umidade relativa, além da falta de ventilação. Segundo Rogez (2000) esses são parâmetros que favorecem o desenvolvimento de microrganismo, causando perdas nutricionais, principalmente com relação aos compostos fenólicos.

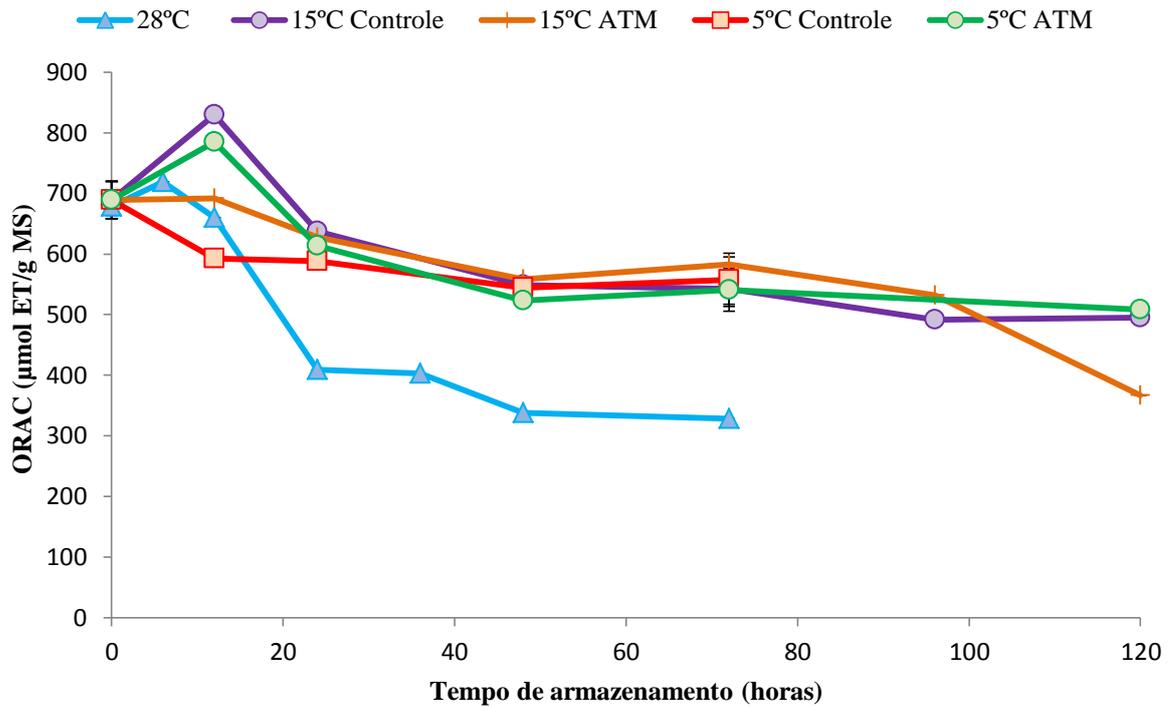


Figura 15: Capacidade antioxidante pelo método ORAC ($\mu\text{mol ET/g MS}$) da bebida de açai acondicionados sob diferentes condições, provenientes da Ilha do Combu.

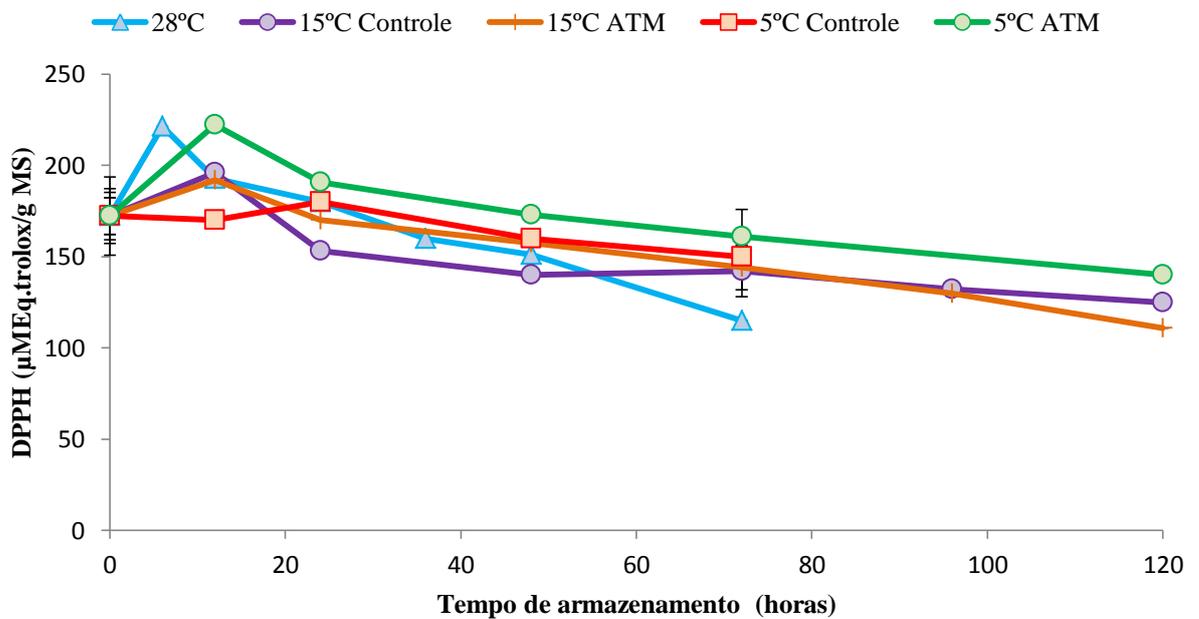


Figura 16: Capacidade antioxidante pelo método DPPH ($\mu\text{MOL ET/g MS}$) da bebida de açai armazenados sob diferentes condições, provenientes da Ilha do Combu.

Constata-se que a capacidade antioxidante avaliada pelos métodos ORAC e DPPH dos frutos provenientes da Ilha do Combu apresentaram comportamento semelhante. De forma geral, a condição de 5°C com o uso de embalagem conseguiu manter, ao final do experimento, valores de capacidade antioxidante maiores.

Apesar do conteúdo de fenólicos totais não necessariamente estar envolvido na quantificação da atividade antioxidante (JACOBO-VELASQUÉZ; CISNEROS-ZEVALLOS, 2009), destaca-se nesse estudo que os resultados de polifenóis totais, acompanharam os da capacidade antioxidante, tanto pelo método ORAC como por DPPH, isto para os frutos que foram adquiridos da Ilha do Combu.

Vieites et al (2011) avaliaram a capacidade antioxidante de jaboticabas, submetidas a diferentes condições de temperatura e embalados em diversos tipos de filmes, por dois métodos distintos e verificaram resultados semelhantes ao do presente estudo.

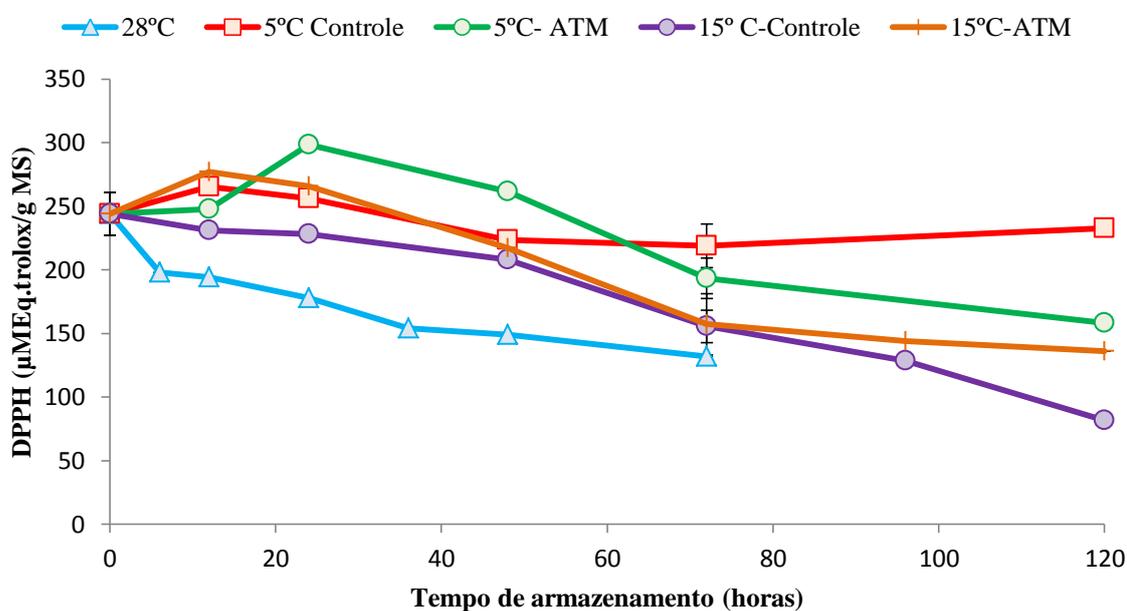


Figura 17: Capacidade antioxidante pelo método DPPH ($\mu\text{MOL ET/g MS}$) da bebida de açaí armazenados sob diferentes condições, provenientes da Ilha do Campumpema.

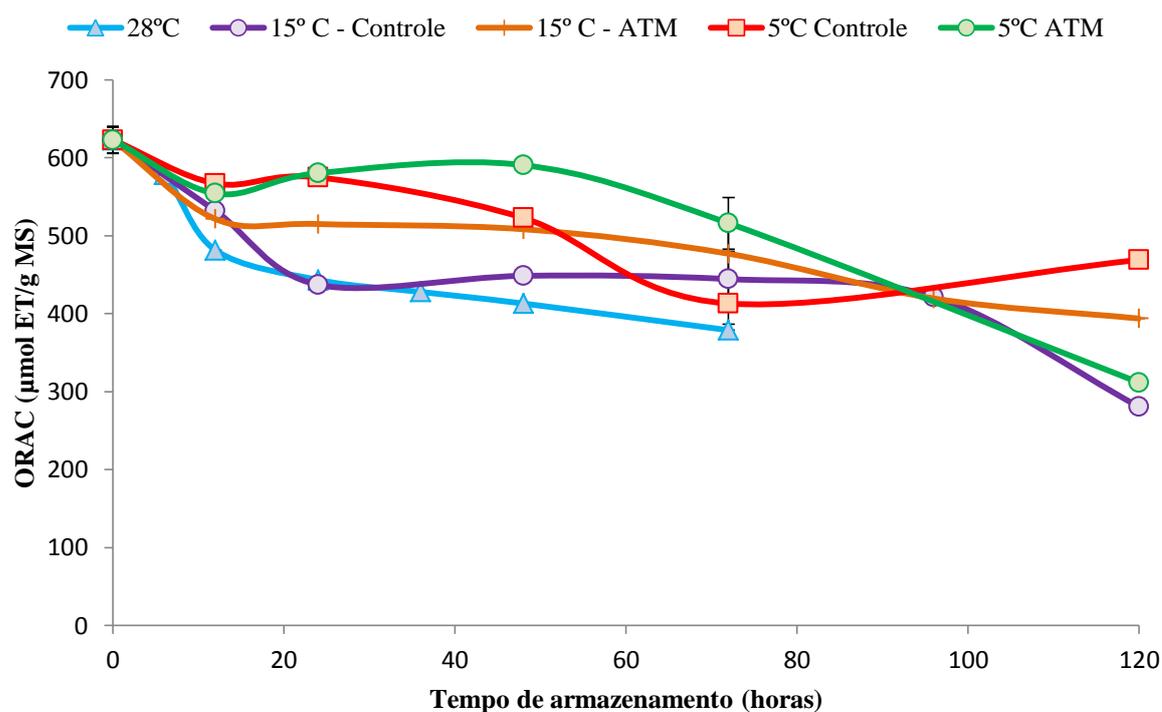


Figura 18: Capacidade antioxidante pelo método ORAC ($\mu\text{mol ET/g MS}$) da bebida de açaí acondicionados sob diferentes condições, provenientes da Ilha de Campumpema.

Para os frutos da Ilha de Campumpema, a condição que manteve, ao final do experimento, maior capacidade antioxidante foi 5°C (controle) avaliados tanto pelo ORAC como DPPH. Observa-se também que a capacidade antioxidante não acompanhou os teores de polifenóis nas condições estudadas. Isso deve-se possivelmente a ação sinérgica combinada de uma mistura de compostos, incluindo os fenólicos e vitaminas E, como tocoferóis (RUFINO et al., 2010).

Em 72 horas de armazenamento, verificou-se que, para os frutos da Ilha do Combu, o uso da embalagem de atmosfera modificada, não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) para capacidade antioxidante avaliados pelos dois métodos, exceto para 15°C analisado pelo ORAC. Observa-se também que a utilização das temperaturas de 5 e 15°C, sem uso da sacola, promoveram diferenças significativas na avaliação da capacidade antioxidante pelo método ORAC, sendo favorável para a condição de 5°C (Tabelas 8).

Para os frutos provenientes da Ilha de Campumpema, observou-se que o uso da embalagem de poliamida promoveu diferenças significativas ($p < 0,05$) na capacidade antioxidante avaliados pelo método ORAC. O uso de refrigeração (5 e 15°C) também apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$)

Na avaliação pelo método DPPH, o uso de refrigeração também apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) (tabela 9)

Tabela 8: Valores médios da capacidade antioxidante pelo método ORAC dos frutos de açaí provenientes da Ilha do Combu e Ilha do Campumpema, em 72 horas de armazenamento

ORAC ($\mu\text{mol ET/g MS}$)			
		5°C	15°C
Combu	Controle	584,21 \pm 13,95 ^{Aa}	542,37 \pm 10,93 ^{Ab}
	Uso da embalagem	567,00 \pm 12,76 ^{Aa}	582,77 \pm 2,49 ^{Aa}
Campumpema	Controle	413,04 \pm 4,88 ^{Aa}	444,02 \pm 6,09 ^{Ab}
	Uso da embalagem	516,02 \pm 3,32 ^{Bb}	476,88 \pm 5,69 ^{Bb}

*Letras diferentes na mesma coluna (A,B,C) e na mesma linha (a,b) indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

Tabela 9: Valores médios Capacidade antioxidante pelo método DPPH dos frutos de açaí provenientes da Ilha do Combu e Ilha do Campumpema, em 72 horas de armazenamento.

DPPH ($\mu\text{MEq.trolox/g MS}$)			
		5°C	15°C
Combu	Controle	170,67 \pm 4,93 ^{Aa}	147,11 \pm 4,28 ^{Aa}
	Uso da embalagem	184,31 \pm 11,49 ^{Aa}	151,69 \pm 4,51 ^{Aa}
Campumpema	Controle	214,22 \pm 3,58 ^{Aa}	154,98 \pm 3,80 ^{Ab}
	Uso da embalagem	194,50 \pm 3,32 ^{Aa}	157,05 \pm 5,83 ^{Ab}

*Letras diferentes na mesma coluna (A,B,C) e na mesma linha (a,b) indicam diferença estatística significativa ($p <$

6 CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi avaliado a influência do uso de embalagem de atmosfera modificada e refrigeração na conservação dos compostos fenólicos e qualidade dos frutos de açaí, além de verificar a capacidade antioxidante através dos métodos ORAC e DPPH, de duas proveniências diferentes, a Ilha do Combu (Belém) e Ilha de Campumpema (Abaetetuba), na qual concluímos que:

- O uso da embalagem de poliamida com perfurações a laser proporcionou menor perda de massa dos frutos durante o armazenamento refrigerado;
- Os teores de polifenóis totais, da localidade Ilha do Combu, acompanharam o comportamento da capacidade antioxidante nas diferentes condições avaliadas, mostrando que existe uma correlação entre eles. Enquanto que para a os frutos da Ilha de Campumpema, verificou possíveis relações da capacidade antioxidante ligada a outros componentes presentes nos frutos de açaí.
- Em 72 horas de armazenamento verificou que o uso da embalagem de poliamida com perfurações a laser, bem como a utilização de duas temperaturas de refrigeração 5 e 15°C não demonstraram diferenças significativas no conteúdo de polifenóis totais e no teor das antocianinas majoritárias presentes nos frutos de açaí, indicando que o uso desta embalagem não atuou de forma favorável para conservação por mais tempo desses compostos.

Logo, conclui-se que o uso das sacolas de poliamida com perfurações a laser X-Tend, não contribuiu positivamente para o aumento da conservação dos compostos fenólicos e capacidade antioxidante, para as condições avaliadas no presente estudo.

Enfim, este trabalho definiu as bases preliminares necessárias para que outras pesquisas deem continuidade. A estas propõe-se variar o tipo de embalagem de atmosfera modificada, bem como analisar o comportamento da respiração dos frutos de açaí no interior da embalagem, visando a valorização da matriz amazônica estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ACEVEDO, C. D. et al. Anthocyanin identification and composition of wild *Vitis* spp. accessions by using LC-MS and LC-NMR. **Analytica Chimica Acta** 732, 145-152, 2012.
- AGUIAR, F.S. **Avaliação da fermentação espontânea dos frutos de euterpe oleracea durante o período pós-colheita e suas possíveis implicações sobre a atração de triatomíneos**. 2010. 86 P. Dissertação (Mestrado em ciências e tecnologia de alimentos) – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém.
- ALBARACI, T. R.; VALETA, A. C.; PESSOA, J. D., Efeito da temperatura nas antocianinas do açaí. **Comunicado Técnico Embrapa**, p. 1517-4786, 2007.
- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, São Paulo, v.24, n.1, p.114-119, 2004.
- ÁLVAREZ-ARMENTA, R. et al. Reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano. **Agricultura Técnica en México**, México, v. 34, n.1, p. 5-11, 2008.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16^a ed., 3^a rev. Gaithersburg: Published by AOAC International, v.2, cap. 32, p.1-43, 1997.
- ARNAO, M. B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case Trends in **Food Science and Technology**, v. 11, p. 419-421, 2000.
- AZEREDO, H. M. C. et al. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012.
- BARNES, J.S. et al. General method for extraction of blueberry anthocyanins and identification using high performance liquid chromatography-electrospray ionization-ion trap-time of flight-mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**. 1216(23), 4728-4735, 2009.
- BECKER, E. M.; NISSEN, L. R.; SKIBSTED, L. H. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects review. **European Food Research and Technology**., v. 219, p. 561-571, 2004.

- BICHARA, C.M.G., ROGEZ, H. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). In: Yahia, E.M.. (Org.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Cambridge: Woodhead Publishing, v. 2, p. 1-26, 2011.
- BORGES, G. S. C. et al .Chemical characterization, bioactive compounds and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, p. 1- 12, 2011a
- BRAND-WILLIAMS, S.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- CARVALHO, A. V. LIMA, L. C. O. Modificação de componentes da parede celular e enzimas de kiwis minimamente processados submetidos ao tratamento com ácido ascórbico, cítrico e CaCl₂. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 3, p. 386-390, 2008.
- CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. UFLA, Lavras, p. 785, 2005.
- CIA, P. et al. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niagara Rosada'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.10, p.1058-1065, Out. 2010.
- CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa-Hortaliças, p.428, 2002.
- DIAS, A.L.S. et al. A rapid validated UHPLC–PDA method for anthocyanins quantification from *Euterpe oleracea* fruits. **Journal of Chromatography**, 108– 116. 2012.
- DIAS, A.L.S. et al. Development and validation of an UHPLC-LTQ-Orbitrap MS method for non-anthocyanin flavonoids quantification in *Euterpe oleracea* juice. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 405:9235–9249, 2013
- DUTRA, F. L. G.; RIBANI, R. H. Determinação de Compostos Fenólicos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência Isocrática Durante Estacionamento da Erva-mate. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 119-123, 2010.
- FRAIGE, K., PEREIRA-FILHO, E.R., CARRILHO, E., Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC-DAD-MS and exploratory analysis by principal component analysis. **Food Chemistry**, 145, 395-403, 2014.
- FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: Anthocyanins as food colors. P.Markakis, P., ed.; **Academic Press: New York**, p. 182-205, 1982.

- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GORDON, A. et al. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n.2, p. 256–263, 2012.
- GORDON, M. H. Em the mechanism of antioxidant action in vitro. **Elsevier Applied Science**: London, 1990.
- HAMAUZU, Y. Role and evolution of fruit phenolic compounds during ripening and storage. **Stewart Postharvest Rev.** 2, 1–7, 2006.
- HARBORNE JB, BAXTER H, MOSS GP. **Phytochemical dictionary: handbook of bioactive compounds from plants**. 2nd ed. London: Taylor & Francis; 1999.
- HARBORNE JB. General procedures and measurement of total phenolics. **Methods in plant biochemistry**: London: Academic Press; p. 1-28, 1989.
- HONG, V.; WROLSTAD, R.E. Characterization of anthocyanin containing colorants and fruit juices by HPLC/Photodiode array detection. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 38, p. 689-708, 1990.
- HUANG, D. et al. High-throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** , v. 50, p. 4437-4444, 2002.
- HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays – review Journal Agric. **Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.
- HUI, J. et al. Effect of low light intensity on growth and accumulation of secondary metabolites in roots of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 38, p. 160-168, 2010.
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pa&tema=extracaovegetal2014>. Acesso em Dezembro de 2015.
- JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Correlations of antioxidant activity versus phenolic content revisited: A new approach in data analysis for food and medicinal plants. **Journal of Food Science**, New York, v.74 n.9, p. R107 - R113, 2009.
- JORGE, N. **Embalagens para Alimentos**. Universidade Estadual Paulista. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

- KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 2002.
- KADER, A.A.; SALTVEIT, M.E. Respiration and gas exchange. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2. Ed New York: Marcel Dekker, 2003.
- KANG, C. X. et al. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**, 128 (2011), pp. 152–157, 2011
- LEE, S. J. et al. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum*) and thyme leaves (*Thymes vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. Sarvier: 2006.
- LICHTENTHALER, R. et al. Total oxidant scavenging capacities of Euterpe oleracea Mart. (Acai) fruits. **Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 53-64, 2005.
- LIU, H. et al. Comprehensive chemical analysis of Schisandra chinensis by HPLC-DAD-MS combined with chemometrics. **Phytomedicine** 20(12), 1135-1143, 2013.
- MACHADO, N. P.; COUTINHO, E. F.; CAETANO, E. R. Embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 29, n. 1, p. 166-168, abr. 2007.
- MAIA G.A, SOUSA P.H.M, LIMA A.S. **Principais frutas tropicais para processamento de polpas, sucos e néctares**. Fortaleza: UFC; 2007.
- MANACH C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 79, p. 727-747, 2004.
- MANTILLA, S. P. S. et al. Modified atmosphere in food preservation. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, Dez. 2010.
- MISHRA, K; OJHA, H; CHAUDRURY, NK. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH. assay: A critical review and results. **Food Chemistry**, v.130, p. 1036 – 1043, 2012.
- MOON, J-K; SHIBAMOTO, T. Antioxidant assays for plant and food components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, p.1655-1666, 2009.
- MULABAGAL, V., CALDERON, A.I. Liquid chromatography/mass spectrometry based fingerprinting analysis and mass profiling of Euterpe oleracea (acai) dietary supplement raw materials. **Food Chemistry**, 134(2), 1156-1164, 2012.
- NUNES, M.C.; EMOND, J.P. Storage temperature. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2. Ed New York: Marcel Dekker, 2003.

- NURTEN S, MUSTAFA E. Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweetpomegranates cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, 92: 29–36, 2014.
- OSHIRO, A. M.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q. Atmosfera modificada e temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia adamantium* Camb.). **Journal Bio Science**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1421-1430, Nov. 2013.
- OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R. L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.49, p.4619-4926, 2001.
- PACHECO-PALENCIA LA, DUNCAN C.E, TALCOTT S.T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**, 115: 1199-1205, 2009.
- PALIYATH, G. et al. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. Ames: Wiley-Blackwell, 2008.
- PEREZ-GREGORIO, M.R. et al . Increasing the added-value of onions as a source of antioxidant flavonoids: a critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 54(8), 1050-1062, 2014.
- PESSOA, J.D.C.; SILVA, P.V.S. **Effect of temperature and storage on açai (Euterpe oleracea) fruit water uptake: simulation of fruti transportation and processing: Fruit**. v. 62, n.5, p. 295-302, 2007.
- PETRACEK.P.D. et al. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L., cv. ‘Sams’) fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature. **Postharvest Biology and Technology**, v.24,p.259-270, 2002.
- PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. 1ª edição, São Paulo: Varela, p.100, 2005.
- POMPEU, D.R., BARATA, V.P., ROGEZ, H. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea*). **Alimentos e Nutrição**. v. 20, n. p.141-148. 2009.
- PRATAS,A. et al. Effect of termal processing on anthocyanic stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Scienc & technology**, 21,3, 2010.

- PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, 53:4290-4302, 2005.
- RABELO, A. **Açaí-do-Pará (*Euterpe oleracea* Martius) e Açaí-do-Amazonas (*Euterpe precatoria* Martius), duas fruteiras amazônicas de grande valor alimentar e comercial**. Manaus / Amazonas, 2012.
- RAHMAN, M.S. **Manual de conservación de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2003. 863p.
- RAJU, P. S.; CHAUHAN, O. P.; BAWA, A. S. **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing: Postharvest Handling Systems and Storage of Vegetables**. Iowa: Blackwell Publishing Ltd, 2011.
- RAMALHO, V C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**. São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.
- REISCHE, D.W.; LILLARD, D.A.; EITENMILLER, R.R. Antioxidants. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**, 2 th ed., Nem York: Marcel Dekker, 1005 p. 2002
- REISCHE, D.W.; LILLARD, D.A.; EITENMILLER, R.R. Antioxidants. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**, 2 th ed., Nem York: Marcel Dekker, 1005 p. 2002.
- RODRIGUES, L.K. et al. Vida útil de fatias de manga armazenadas em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, Dez. 2008.
- ROGEZ H, et al. Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: a comparison between açai fruits (*Euterpe oleracea*) and other anthocyanin-rich fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, 24:796–800, 2011.
- ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. 1 ed. Belém-Pará: EDUFPA, 2000.
- RUFINO, M. S. M.; et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.
- SAMIRA, A.; WOLDETSADIK, K.; WORKNEH, T.S. Postharvest quality and shelf life of some hot pepper varieties. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 50, n. 5, p. 842-855, 2011.
- SANTOS, C.A.A. et al. Uso de 201 quitosana e embalagem plástica na conservação pós-colheita de pêssegos 'Douradão'. 202. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, 2008

- SCHAUSS, A.G. et al. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (açaí). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 22, p. 8604-8610, 2006a.
- SHADAN K. et al. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Chemical Composition, Antioxidant Activity, Anthocyanin, and Total Phenolic Content of Cherry Fruits. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, 52(5):471-481. 2011.
- SIMPSON C.F: **Practical High Performance Liquid Chromatography**. Edited by Simpson C.F. London: Heyden & Son; 1978.
- SINGH, S. P., PAL, R.K. Controlled atmosphere storage of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**. 47, 96–306. 2008.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.
- SIQUEIRA, H. H. et al. Armazenamento de morango sob atmosfera modificada e refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. esp., p. 1712-1715, 2009.
- SOUSA, C. L.; MELO, G. M. C.; ALMEIDA, S. C. S. **Avaliação da qualidade do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) comercializado na cidade de Macapá – AP**. Boletim CEPPA, Curitiba, v.17, n.2, p.127-136, jul./dez., 1999
- STATSOFT INC. **Statistica data analysis system version 8.0**. Tulsa: Statsoft, 2008.
- STEFANINI, T. F. **Aspectos fisiológicos do fruto de açaí sob armazenamento refrigerado**. 2010. 76 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Pós graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.
- STEFFENS, C.A. et al. Armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2439-2444, 2009.
- SUCUPIRA, N.R. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **Revista Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-9, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Metabolitos Secundários e defesa vegetal**. In Fisiologia vegetal. Tradução: Eliane Romanato Santarém et al. – 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TORTORA, L.; FUNKE, B.; CASE, C. **Microbiologia**. Artmed. 8 ed. 2005.
- TOURNAS, V. H.; KATSOUDAS, E. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruit. **International Journal of Food Microbiology**, Torino, v. 105, n. 1, p. 11-17, 2005.

- VASCONCELOS, S.M.L. et al. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química nova**, São Paulo, v.30, n.5,p.1323-38, 2007.
- VIEITES, R.L. et al. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 33, n. 2, junho, 2011.
- VILAS BOAS, B. M. et al. Qualidade Pós-Colheita de melão ‘Orange’ ‘lesh’ mnimamente processado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26 (3) p. 424- 427, 2004.
- ZULUETA, A.; ESTEVE, M.J.; FRÍGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. **Food Chemistry**.,v.114, p. 310-316, 2009.

APÊNDICES

Apêndice A: Variação da temperatura externa, interna e umidade relativa em função do tempo de armazenamento.

ILHA DO COMBU

Temperatura de 5°C - Com embalagem

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	6	10	65
24	6	10	61
48	6,2	11	64
72	5,4	14,7	64
120	5,7	9	61

Temperatura de 5°C- Sem embalagem

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	6	8	65
24	6	9	61
48	6,2	10	64
72	5,4	13,7	64
120	5,7	10	61

Temperatura de 15°C – Com embalagem

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	15,2	19	60
24	15,5	18	78
48	15,3	18	69
72	15,3	19	82
96	15,4	20	72
120	15,7	19	66

Temperatura de 15°C – Sem embalagem

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	15,2	17	60
24	15,5	19	78
48	15,3	18	69
72	15,3	18,6	82
96	15,4	19	72
120	15,7	17	66

Temperatura de 28°C

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
6	27	27	56
12	26,6	27	50
24	27,7	30	62
36	26,6	31	47
48	26,8	29	56
72	28,4	30	61

ILHA DE CAMPUMPEMA**Temperatura de 5°C - Com embalagem**

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	5	10	65
24	5,9	10	70
48	4,3	8	67
72	4,9	8	65
120	5,2	9	68

Temperatura de 5°C- Sem embalagem

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	5	11	65
24	5,9	8	70
48	4,3	7	67
72	4,9	7	65
120	5,2	10	68

Temperatura de 15°C – Com embalagem

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	14,5	17	78
24	14,2	20	72
48	14,7	19	72
72	15,1	18	76
96	16,4	15	84
120	14,7	14	70

Temperatura de 15°C – Sem embalagem

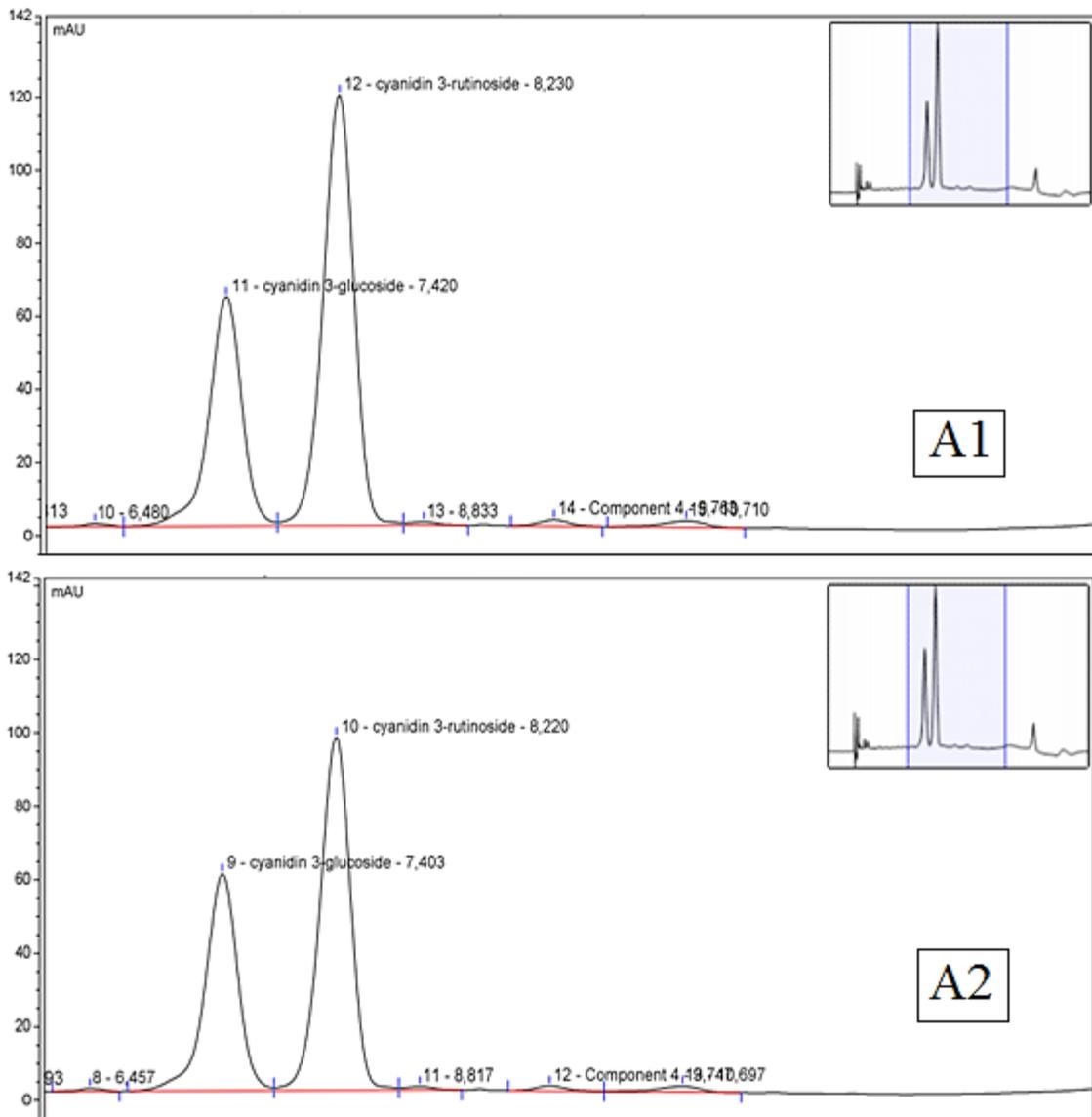
<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
12	14,5	19	78
24	14,2	18	72
48	14,7	20	72
72	15,1	16	76
96	16,4	17	84
120	14,7	18	70

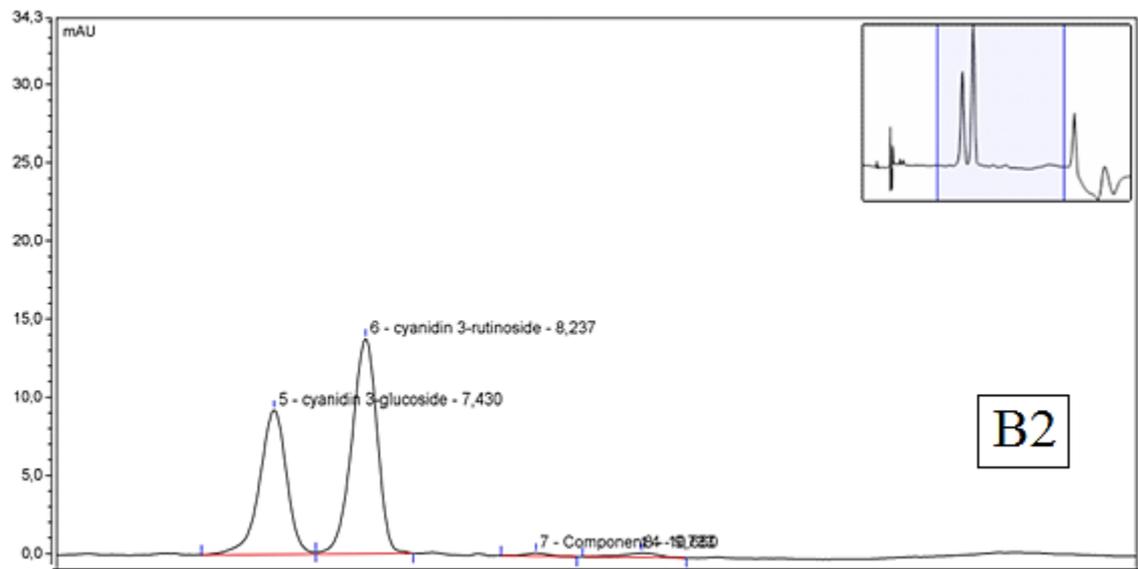
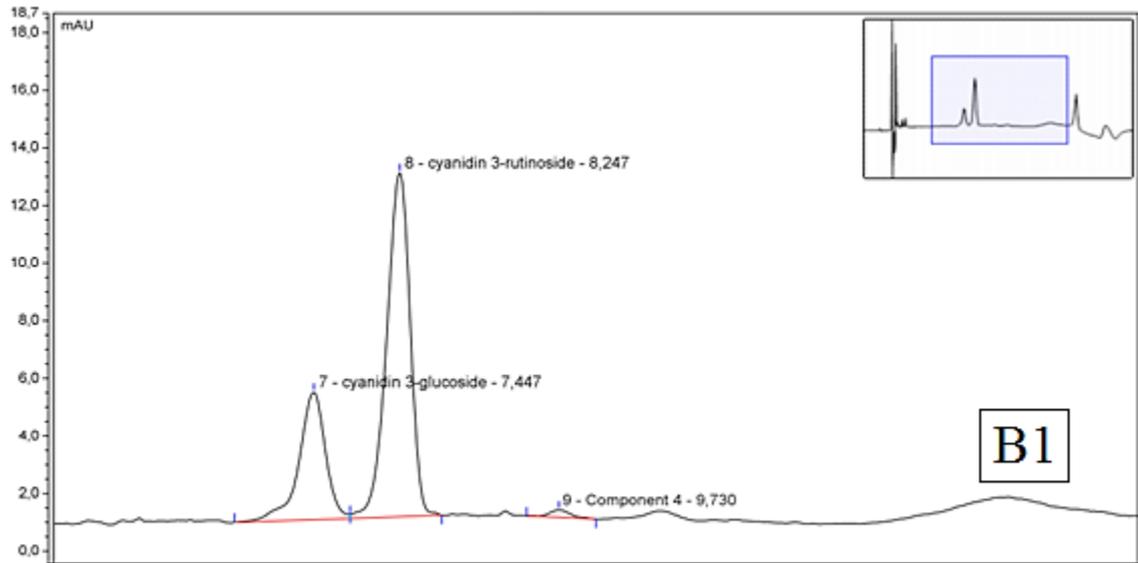
Temperatura de 28°C

<i>Tempo (horas)</i>	<i>Temperatura externa</i>	<i>Temperatura interna</i>	<i>Umidade relativa</i>
6	28,4	29	54
12	27,7	29	46
24	26,8	30	69
36	25	28	61
48	26,8	26	61
72	26,8	29	63

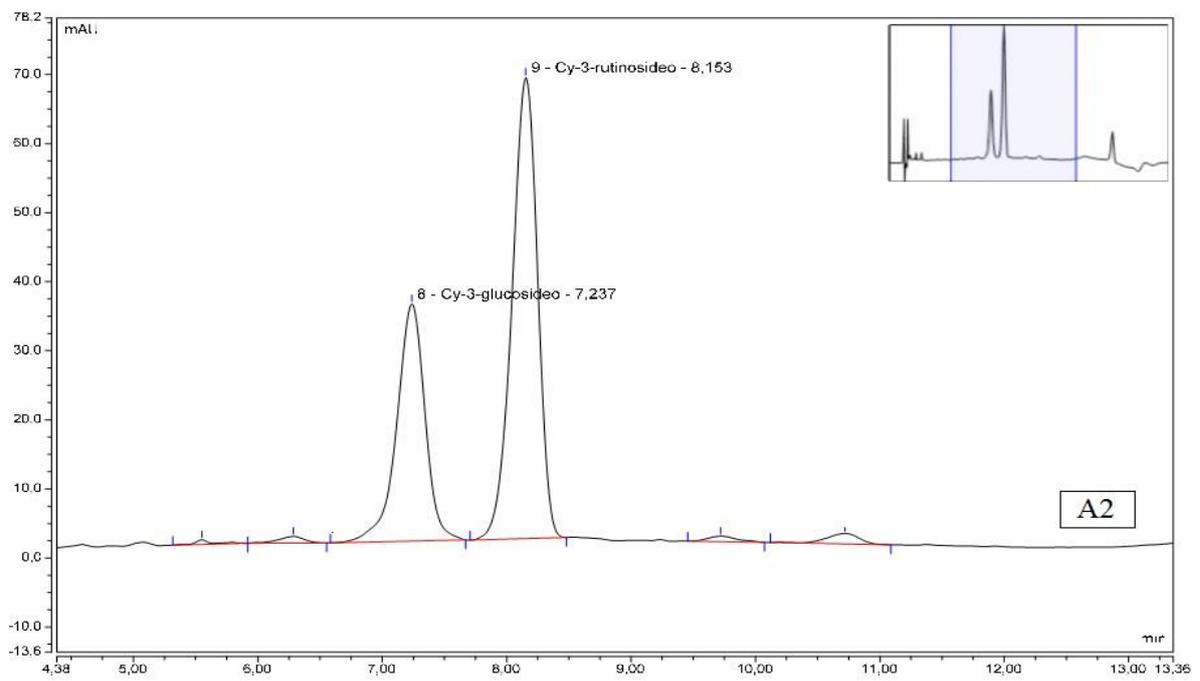
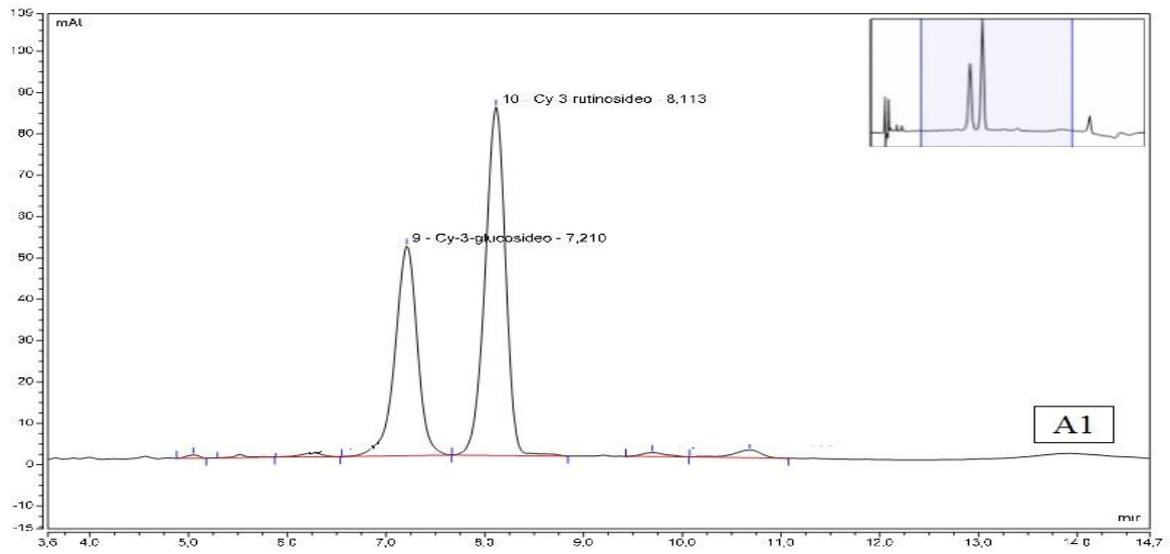
Apêndice B: CromatogramasTemperatura de 5°C

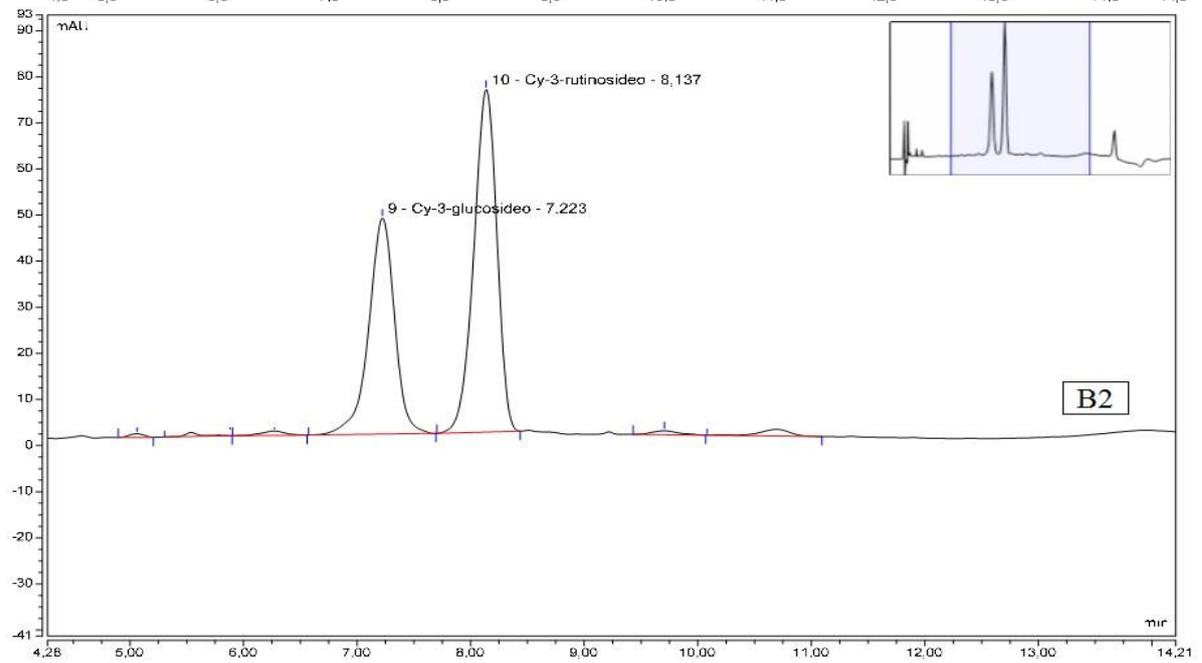
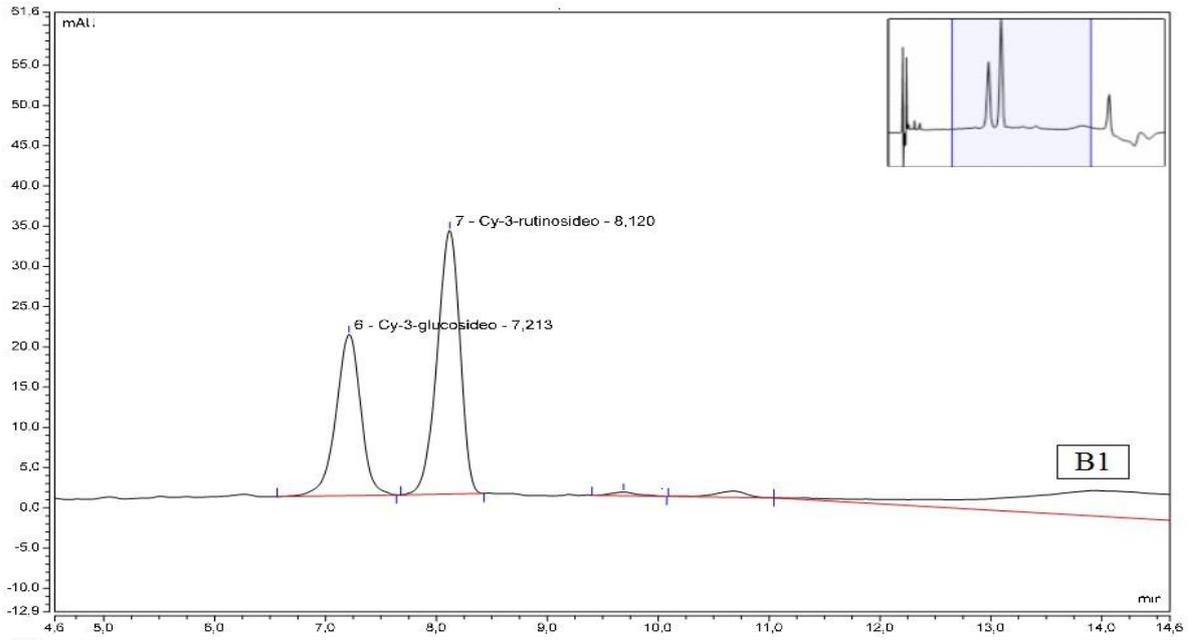
12 horas sem embalagem (A1) e com embalagem de atmosfera modificada (A2) e 120 horas sem embalagem (B1) e com embalagem (B2)

Ilha do Combu



Ilha de Campumpema

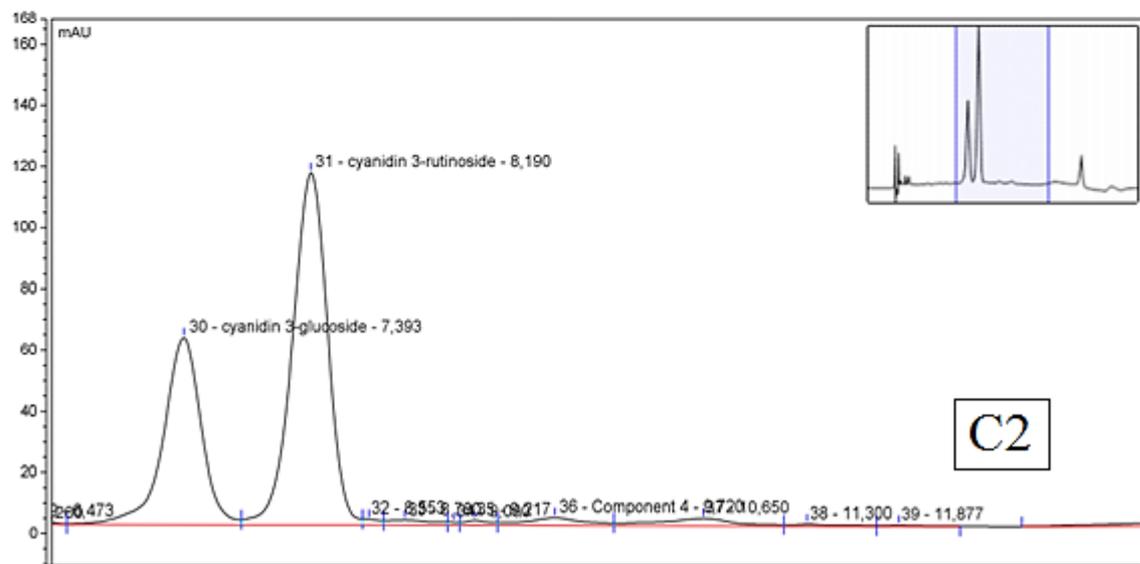
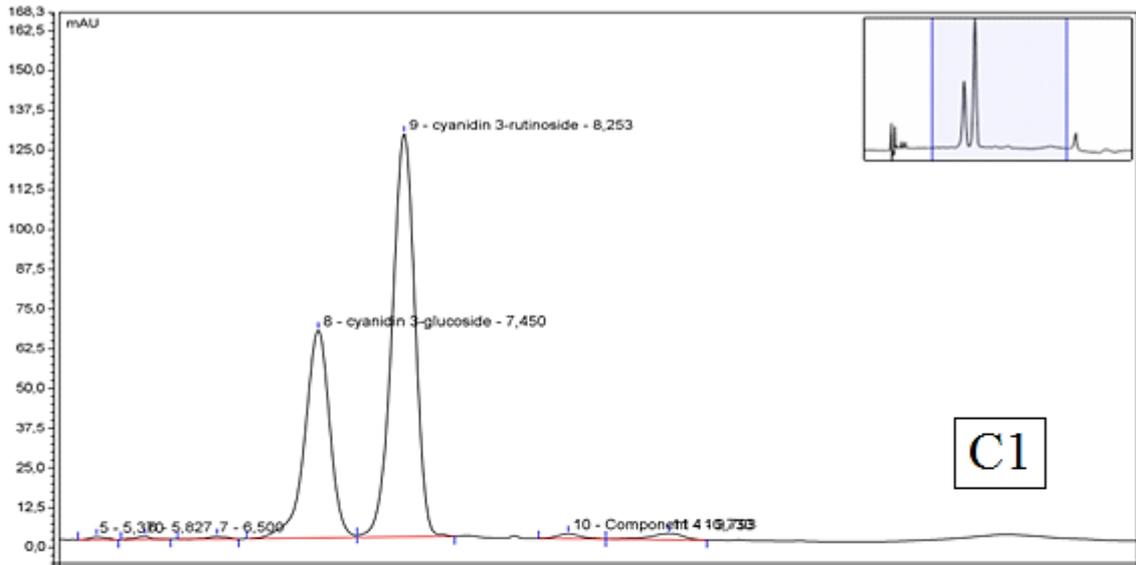


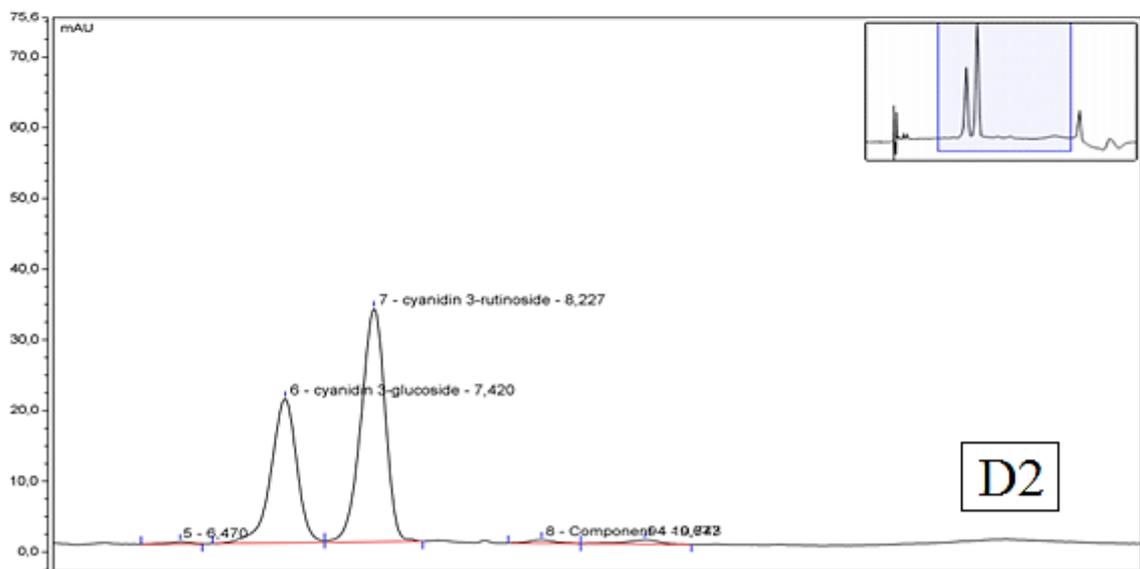
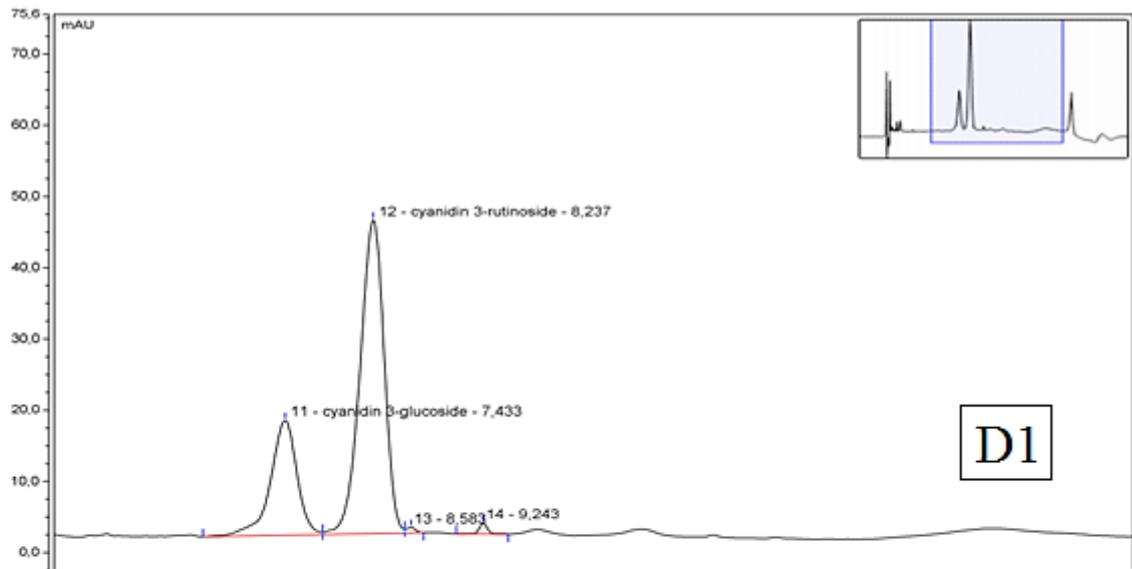


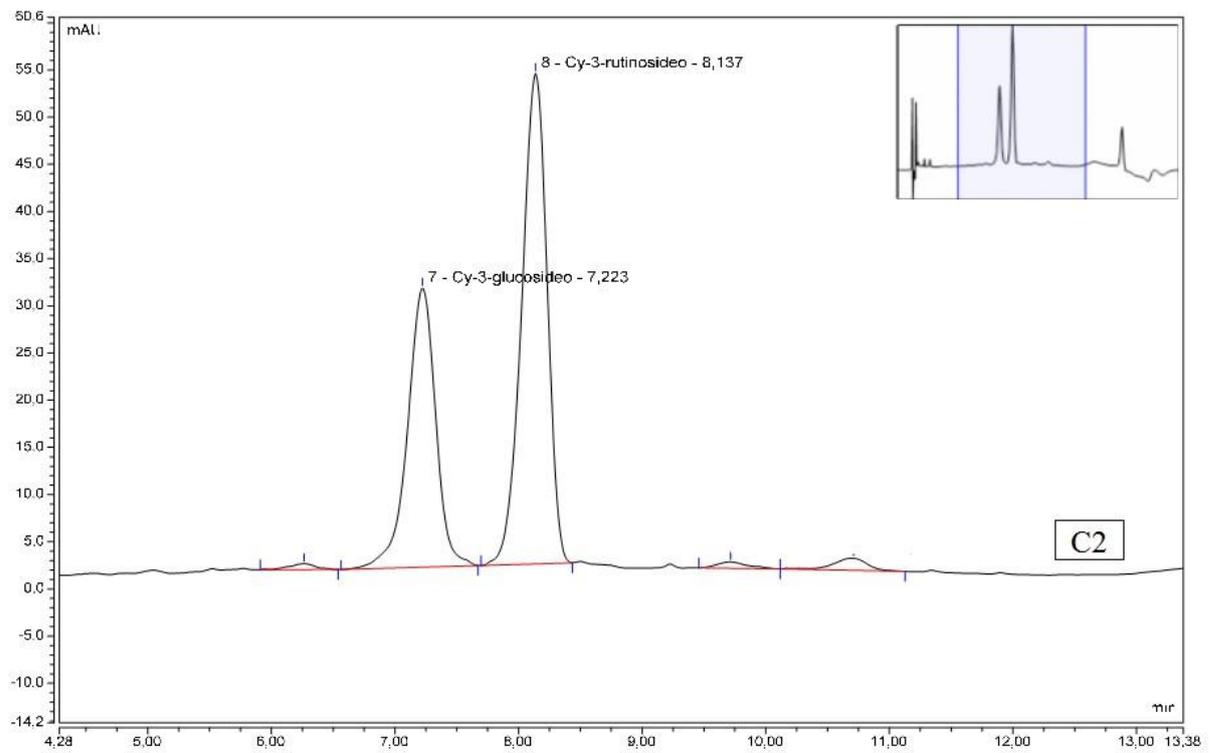
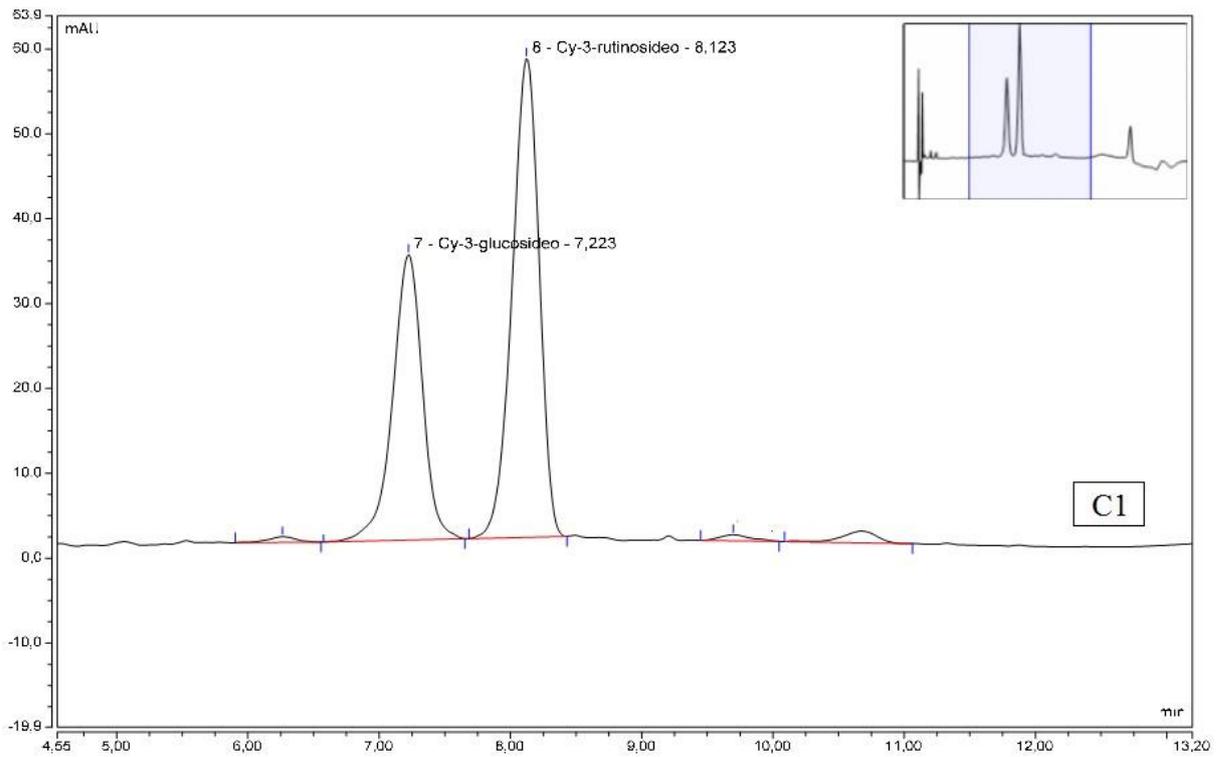
Temperatura de 15°C

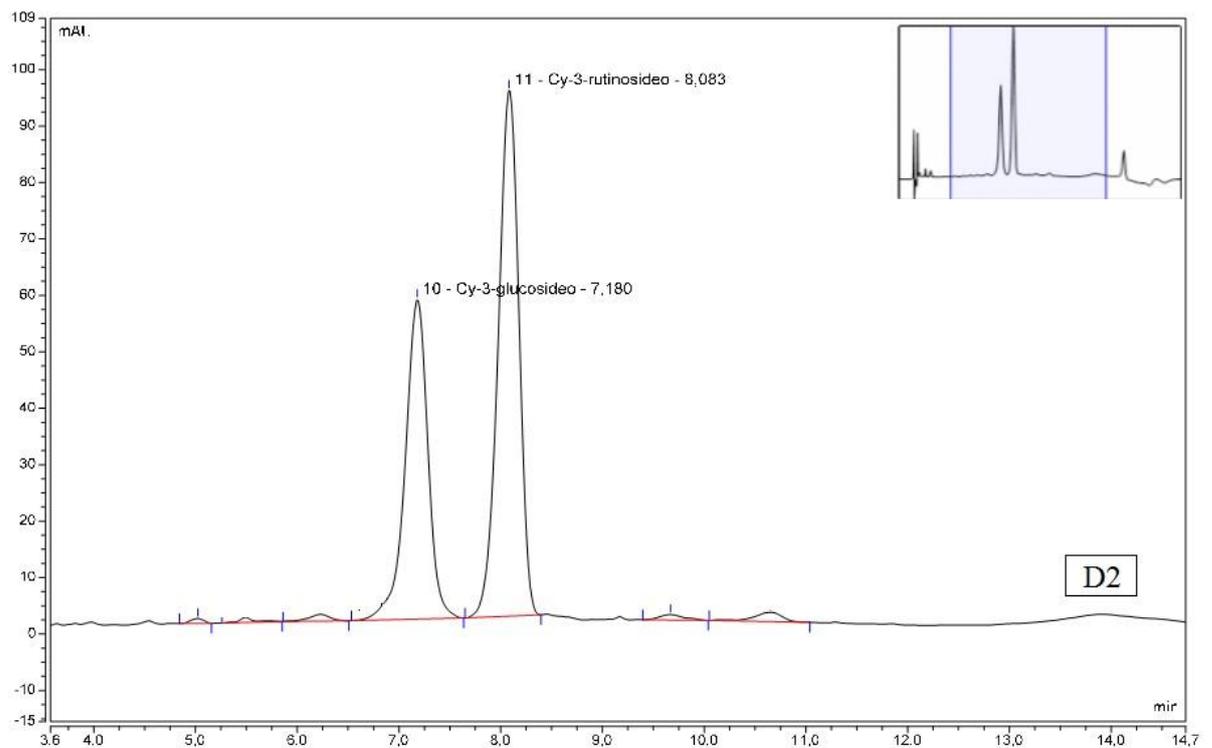
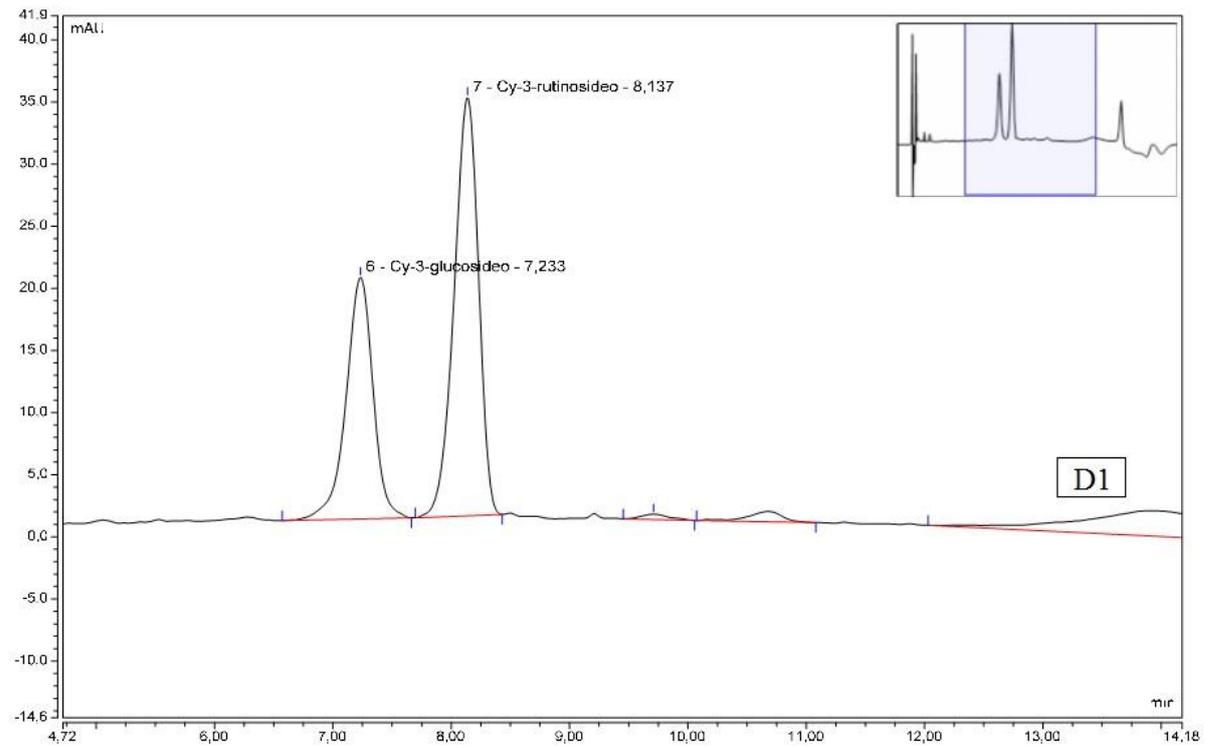
12 horas sem embalagem (C1) e com embalagem (C2) e 120 horas sem embalagem (D1) e com embalagem (D2)

Ilha do Combu



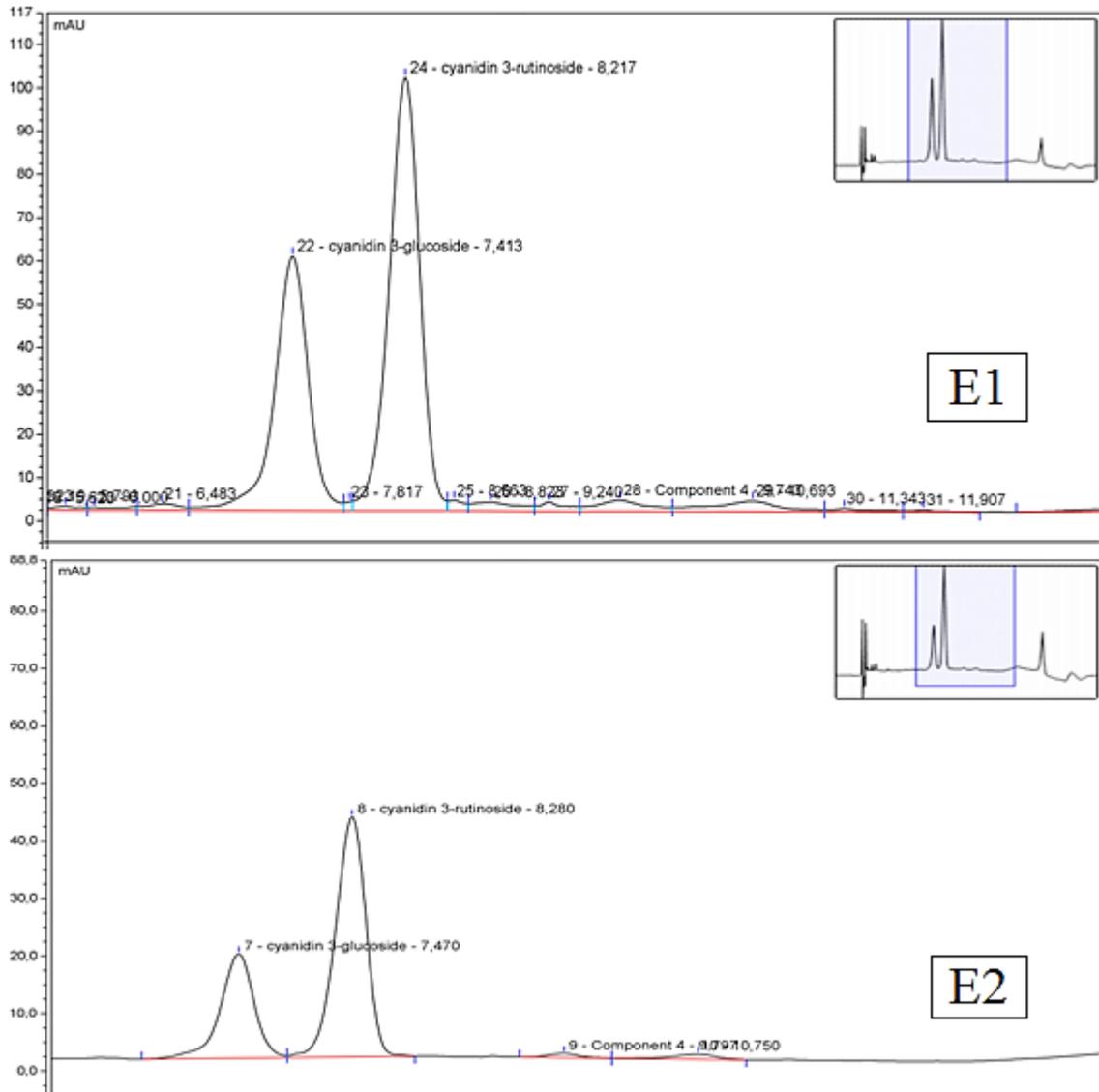


Ilha de Campumpema



Temperatura de 28°C

6 horas de acondicionamento (E1) e 72 horas (E2)

Ilha do Combú

Ilha de Campumpema