



XXI Congresso Brasileiro  
de Engenharia Química

Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o  
Ensino de Engenharia Química  
Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro

# INFLUÊNCIA DO EMPREGO DO ULTRASSOM SOBRE VITAMINAS E ANTIOXIDANTES NO SUCO DE ACEROLA

V. S. OLIVEIRA<sup>1</sup>, S. RODRIGUES<sup>1</sup> e F. A. N. FERNANDES<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química  
E-mail para contato: valeria.amora@gmail.com

**RESUMO** – Cada vez mais é necessária maior qualidade dos sucos de fruta para atender às necessidades de consumo e os aspectos de segurança são considerações importantes para prolongar a vida de prateleira. Este trabalho teve como objetivo, avaliar o comportamento das vitaminas e antioxidantes no suco de acerola sonificado em temperaturas de 10, 23 e 40°C com potências de 100, 300 e 500W. Foi verificado que quando se aumentou a temperatura e potência do estudo a capacidade antioxidante pelo método FRAP também se elevou. Para o estudo das vitaminas do complexo B, foi avaliado que quanto maior temperatura melhor manutenção e liberação das vitaminas estudadas. Já a vitamina lipossolúvel A por ser termossensível se comportou de maneira inversa, ou seja, o tratamento ultrassônico foi mais efetivo em temperaturas menores. A vitamina C se comportou de maneira melhor em temperaturas menores, já que também é uma vitamina termossensível.

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo mundial de sucos naturais industrializados está aumentando como consequência da busca por um estilo de vida saudável. Os consumidores cada vez mais estão exigentes no modo de apresentação desse produto e da quantidade de substâncias nutritivas que os mesmos possuem, sendo necessária maior qualidade do suco para atender às necessidades de consumo e os aspectos de segurança são considerações importantes para prolongar a vida de prateleira.

A acerola possui polpa suculenta e refrescante, com um sabor doce e *flavor* agradável. É principalmente conhecida pelo seu elevado teor de vitamina C, variando entre 3 e 46 g kg<sup>-1</sup> de polpa, sendo uma das fontes naturais mais importantes desta vitamina (VENDRAMINI E TRUGO, 2000; ITOO *et al*, 1990). Além disso, ela apresenta valores de tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), proteínas e sais minerais, principalmente ferro, cálcio e fósforo (MEZQUITA E VIGOA, 2000).

De acordo com Martinelli (1998), o suco de acerola tem sido um dos produtos mais comercializados do Brasil, como também o fruto propriamente dito e a polpa congelada. No entanto, novos produtos aparecem no mercado, tais como *blends* exemplificando como a mistura de suco de

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO





XXI Congresso Brasileiro  
de Engenharia Química

Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o  
Ensino de Engenharia Química  
Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro

acerola com outras frutas como caju, guaraná e laranja produzindo suco concentrado incorporado com alto teor de nutrientes.

O uso do ultrassom como um processo alternativo para as tecnologias de processamento de sucos de frutas convencionais tem atraído o interesse de muitos e seus benefícios em relação à redução do tempo de processamento, reduzindo o consumo de energia, aumentando a eficiência e a melhoria da qualidade de vida de prateleira dos sucos de frutas. As ondas ultrassônicas durante esse processamento podem penetrar as paredes celulares da fruta e liberar o conteúdo da célula preso nos tecidos do fruto.

Deste modo, esse trabalho tem como objetivo o estudo da influência do processamento ultrassônico sob a atividade antioxidante e vitaminas no suco de acerola sonificado variando a temperatura, tempo e potência do estudo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram preparadas utilizando polpas de acerola na proporção de 1:1 com água para a obtenção de suco.

### 2.2 USO DO ULTRASSOM DE PONTEIRA

Foram utilizados 200 mL de amostra do suco de acerola em um sonificador de ponteira da marca (Unique® modelo DES500) com frequência de 19 kHz em potências variando de 100, 300 e 500 Watts e temperatura controlada de 10, 25 e 40 °C usando um banho termostatizado (Tecnal® TE2005) acoplado ao ultrassom por um período de 15 min.

### 2.3 MÉTODO ANALÍTICO

Para as análises das vitaminas do complexo B como B3 (Niacina) e B5 (Ac. Pantotênico), e a vitaminas A estas foram determinadas pelo método de Jedlicka e Klimes (2005) e Rizzolo e Polesello (1992) e para a vitamina C utilizou-se a metodologia de Selimovic *et al.*, (2011). Para a análise da capacidade antioxidante pelo método FRAP, a curva de calibração foi feita com solução de ácido ascórbico e os resultados expressos em mg/mL de amostra, para o branco das amostras, foi utilizado água. A técnica seguiu a metodologia de Benzie e Strain (1996).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR FRAP

O método de FRAP mede a redução férrica de 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) na reação para um produto colorido (BENZIE, 1996). A reação detecta compostos com potencial redox  $< 0,7$  V (o potencial redox do  $\text{Fe}^{+3}$ - TPTZ). O ensaio de FRAP mede somente os mecanismos de transferência

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO



de elétrons que em combinação com outros métodos, pode ser útil na distinção de mecanismos dominantes com diferentes antioxidantes (PRIOR, *et al.*, 2005).

É importante notar que, uma vez que  $Fe^{2+}$  é mais reativo do que  $Fe^{3+}$  na decomposição do peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e conseqüente produção do radical hidroxil ( $OH\bullet$ ) (que é o radical mais deletério *in vivo*), os antioxidantes que reduzem os ions metálicos podem exercer um efeito pro-oxidante (KARADAG *et al.*, 2009; NIKI, 2010). Mas, nem todos os redutores capazes de reduzir  $Fe^{3+}$  são antioxidantes; quaisquer substâncias que sejam doadoras de elétrons, mesmo sem propriedades antioxidantes, podem contribuir para o valor de FRAP e sob estimar os resultados (NILSSON *et al.*, 2005; MAGALHÃES *et al.*, 2008). Como vantagens o método FRAP é um método simples, rápido e de baixo custo. (KARADAG *et al.*, 2009).

Analisando a tabela 1, na temperatura de 10°C e potências de 100 e 500W a capacidade antioxidante por FRAP aumenta em todas as amostras com exceção dos tempos de 2,5 e 10 minutos (100W) e no tempo de 5 minutos (500W). Já para a potência de 300W, em todos os tempos observamos o decréscimo da capacidade antioxidante.

Observando a temperatura de 25°C, há um decréscimo da CA em todos os tempos estudados na menor potência de estudo (100W) e um aumento da capacidade antioxidante em todos os tempos a 300W e 500W com exceção de 10 e 15 minutos da maior potência.

Quando verificamos a temperatura de 40°C, há um aumento da CA em todas as potências estudadas e em todos os tempos com apenas uma exceção nos primeiros 2,5 minutos da maior potência em estudo (500W).

Tabela 1. Efeito do tratamento ultrassônico na capacidade antioxidante por FRAP.

	FRAP $\mu\text{g/mL}$		
	100W	300W	500W
10°C			
0	3,99 $\pm$ 0,22	3,99 $\pm$ 0,22	3,99 $\pm$ 0,22
2,5	3,33 $\pm$ 0,18	2,00 $\pm$ 0,24	4,08 $\pm$ 0,13
5	5,22 $\pm$ 0,37	2,13 $\pm$ 0,00	2,95 $\pm$ 0,99
10	2,87 $\pm$ 0,14	0,44 $\pm$ 0,00	5,26 $\pm$ 1,57
15	4,83 $\pm$ 0,02	1,95 $\pm$ 0,17	4,93 $\pm$ 0,43
25°C			
2,5	3,34 $\pm$ 0,65	2,73 $\pm$ 0,59	5,39 $\pm$ 0,83
5	2,69 $\pm$ 0,82	5,56 $\pm$ 1,02	4,78 $\pm$ 0,31
10	3,18 $\pm$ 0,32	4,59 $\pm$ 0,59	1,48 $\pm$ 0,27
15	2,89 $\pm$ 0,31	4,65 $\pm$ 0,31	3,72 $\pm$ 0,53
40°C			
2,5	3,86 $\pm$ 0,24	6,23 $\pm$ 1,98	1,98 $\pm$ 0,00
5	5,95 $\pm$ 0,34	5,92 $\pm$ 0,13	4,37 $\pm$ 0,24
10	3,81 $\pm$ 0,79	4,45 $\pm$ 1,11	5,36 $\pm$ 0,27
15	4,98 $\pm$ 0,08	4,65 $\pm$ 0,48	4,14 $\pm$ 0,42

Em geral, quando se aumenta a temperatura e potência é verificado que a capacidade antioxidante também se eleva.

### 3.2 VITAMINA A

No estudo da vitamina A para o parâmetro de temperatura no suco de acerola sonificado, verificamos que nas figuras 1 e 2 nos primeiros dois minutos e meio de processo, todas as amostras decrescem. No gráfico de menor temperatura 10°C a amostra tende a ter uma menor perda. Quanto mais baixa a temperatura, menor perda de vitamina A, já que é uma vitamina lipossolúvel e termossensível. De acordo com ANOVA, a temperatura possui maior significância nesse processo, acima de 95%.

Quando observamos o estudo da potência, na temperatura de 10°C todas as potências tendem a menor perda de vitamina A, com destaque a potência de 300W que chega a quase 40% de liberação no tempo de dez minutos. Já nas figuras 1 (A) e (B), as potências se comportam com similaridade. A potência não apresenta significância nesse estudo.

No caso do comportamento das amostras em relação ao tempo estudado, nas temperaturas de 25 e 40°C apresentam comportamento similar onde há uma queda numa quantidade de retenção de 40 a 80% nos primeiros minutos onde se observa perda de vitamina e na temperatura de 10°C há também queda, mas a diferença é que há uma liberação de vitamina nas potências de 100 e 300W. Ou seja, neste caso para a vitamina A quanto menor temperatura e menor potência aplicada, há uma menor perda de vitamina. O tempo não apresenta significância nesse estudo.

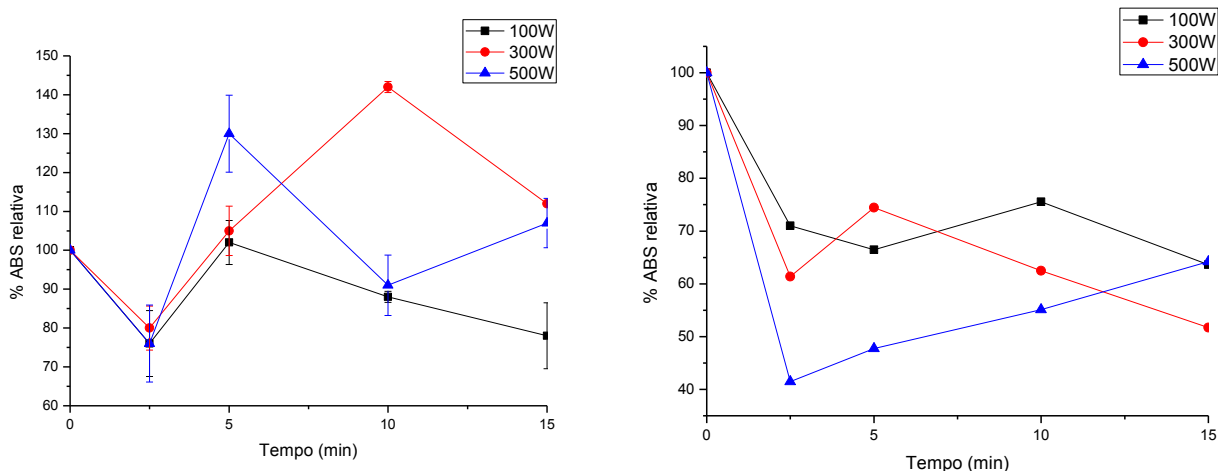


Figura 1 - Vitamina A em amostra de suco de acerola sonificado a 10°C (A) e 25°C (B).

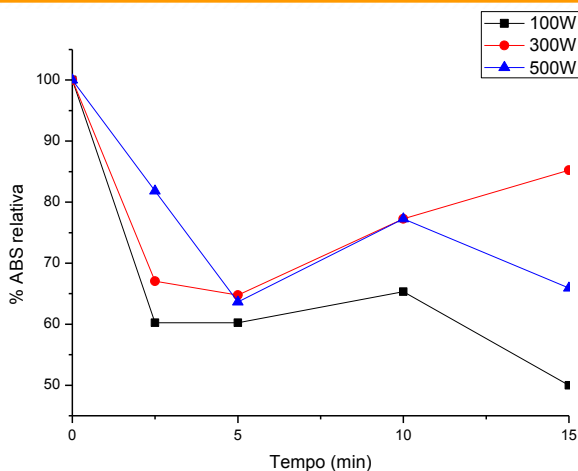


Figura 2 - Vitamina A em amostra de suco de acerola sonificado a 40°C.

### 3.3 VITAMINA B3

No estudo da vitamina B3, também conhecida como niacina, é verificada similaridade na figura 3 (A) e (B) no suco de acerola sonificado, com exceção da amostra na maior potência em estudo (500W), que na temperatura de 25 e 40°C sua perda é bem menor comparado ao estudo a 10°C. No estudo da estimativa de efeitos, a temperatura apresenta-se mais significativa que os outros parâmetros estudados, tanto linear quanto quadrática. Quanto maior temperatura, maior a quantidade de niacina no meio.

No caso do comportamento das amostras em relação às potências estudadas observamos uma menor perda para a maior potência em estudo (500W), principalmente na maior temperatura estudada (40°C), ou seja, uma maior disponibilidade de niacina no meio, e uma maior perda de vitamina na menor potência estudada (100W) em todas as temperaturas analisadas. Estatisticamente a potência apresenta-se com 100% de significância para este estudo.

Observando os tempos para este estudo, para todos os gráficos (3 e 4), com exceção das potências de 300 e 500W na temperatura de 40°C, nos primeiros cinco minutos é observado uma queda em todas as amostras estudadas, a partir dos dez minutos a concentração de vitamina nas amostras tende a aumentar, sendo bem maior na temperatura de 40°C onde as mesmas só tendem a aumentar desde os primeiros minutos de experimento, com exceção da potência de 100W. Neste caso, a vitamina pode estar ligada à parede celular ou à apoenzima necessitando de um tempo maior para sua liberação, como também temperaturas maiores.

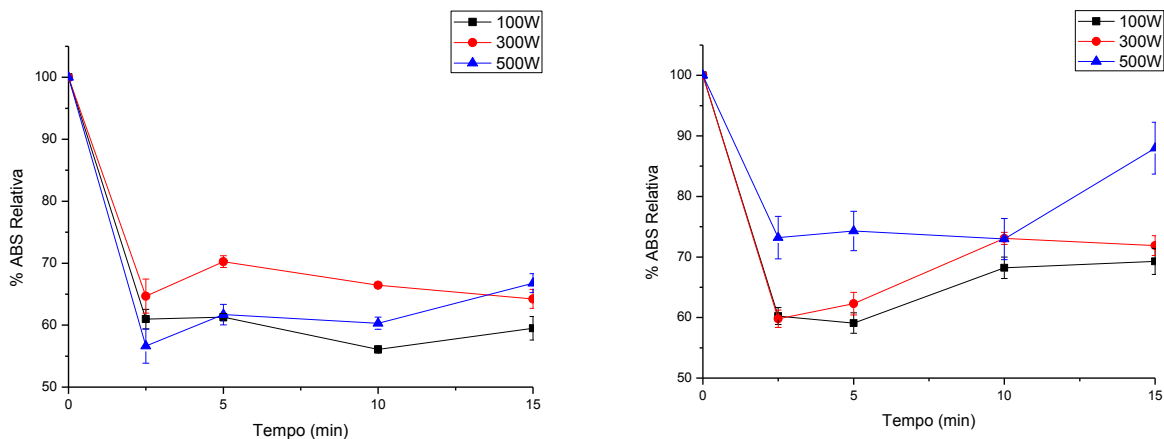


Figura 3 - Vitamina B3 em amostra de suco de acerola a 10°C (A) e 25°C (B).

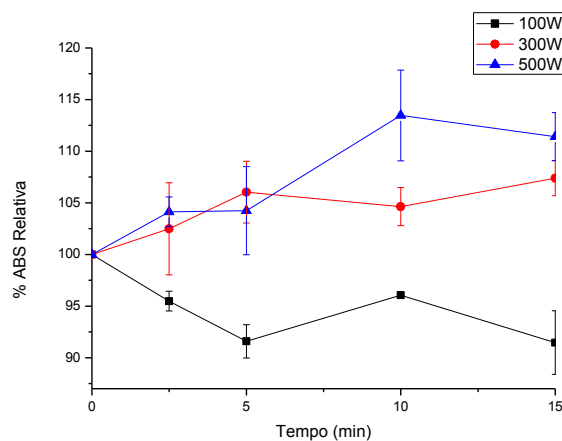


Figura 4 - Vitamina B3 em amostra de suco de acerola a 40°C.

### 3.4 VITAMINA B5

O estudo da vitamina B5 também conhecida como ácido pantotênico, conforme as figuras 5 e 6, o comportamento da temperatura e do tempo é observado da mesma forma para a vitamina B3. A temperatura estatisticamente também possui maior significância.

Observando o comportamento da potência nesse estudo para vitamina B5, a mesma possui uma menor significância de 94% comparada com a vitamina B3.

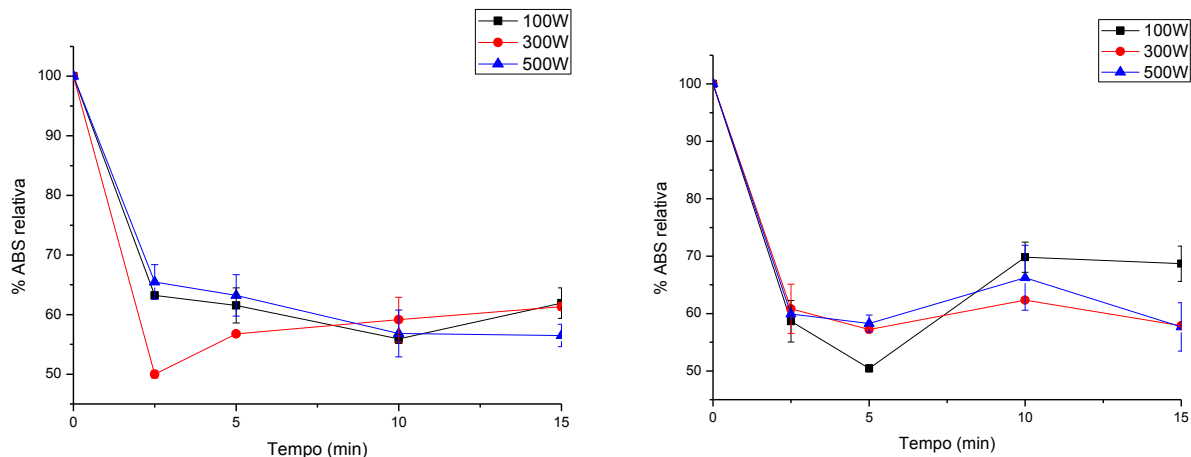


Figura 5 - Vitamina B5 em amostra de suco de acerola a 10°C (A) e 25°C (B).

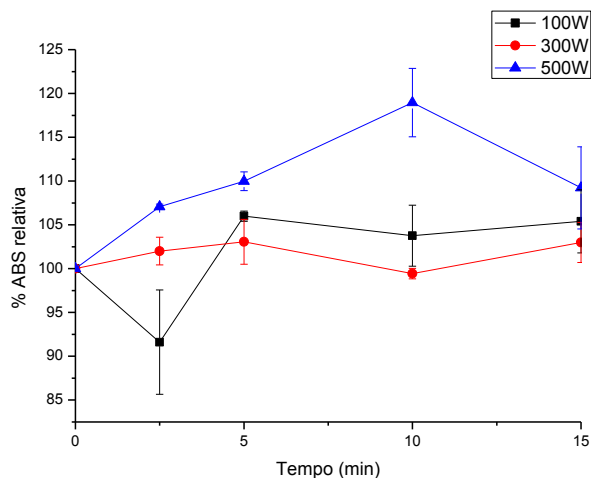


Figura 6 - Vitamina B5 em amostra de suco de acerola a 40°C.

### 3.5 VITAMINA C

De acordo com Cheng *et al.*, (2007), o ácido ascórbico apresenta potencial antioxidante e é conhecido por proteger as células contra os radicais livres induzidos aos danos. O ácido ascórbico contribui substancialmente para a prevenção do aparecimento de doenças cardiovasculares e câncer.

Para o estudo da vitamina C, conhecida como ácido ascórbico no suco de acerola sonificado, apenas a temperatura se mostrou significativa.

Na temperatura de 10°C ( Figura 7A), a potência de 300W temos um aumento de vitamina C de 14%. Já na temperatura de 25°C (figura 7B), mostra-se uma retenção de até 90% na maior potência em estudo de 500W, não sendo superior a perda na temperatura de 40°C ( figura 8)

quando a maior degradação se dá pela maior potência de 500W. Em termos gerais há uma retenção grande de vitamina C nas temperaturas estudadas ou mesmo uma regeneração e conseqüente manutenção dessa vitamina até o final do experimento. O estudo de suco de maçã e limão kasturi dos respectivos autores Abid *et al*, (2013) e Bhat *et al*, (2011) é bem semelhante ao nosso estudo comparado aos teores de ácido ascórbico que os mesmos mantiveram até o final de seus estudos chegando um aumento de até 10%. Uma das explicações do aumento é que o mesmo é atribuído à eliminação de oxigênio dissolvido que é essencial para a degradação do ácido ascórbico durante a cavitação produzida durante os tratamentos de sonicação (CHENG *et al*, 2007).

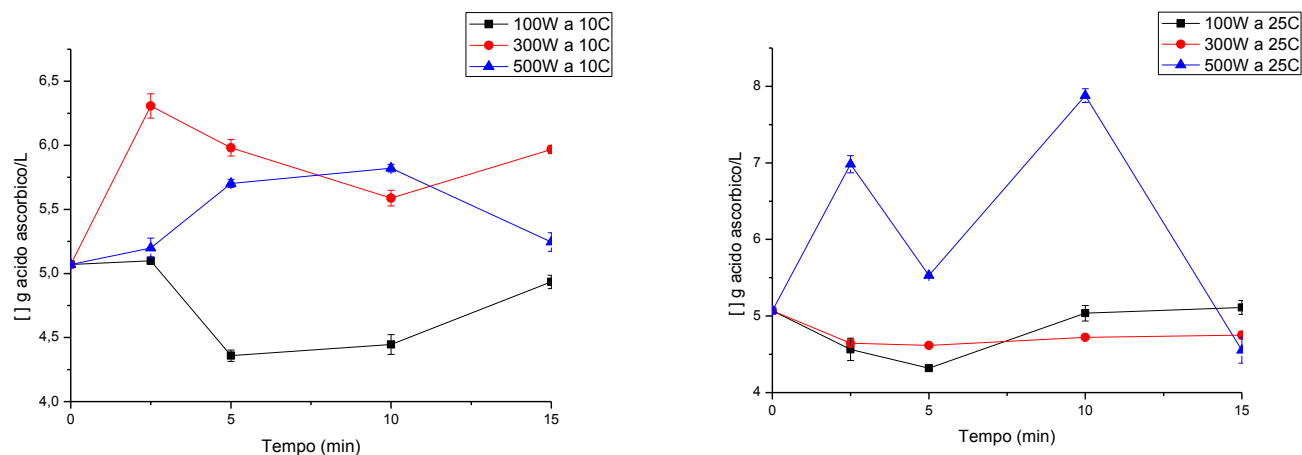


Figura 7 - Vitamina C em suco de acerola sonificado a 10°C (A) e 25°C (B).

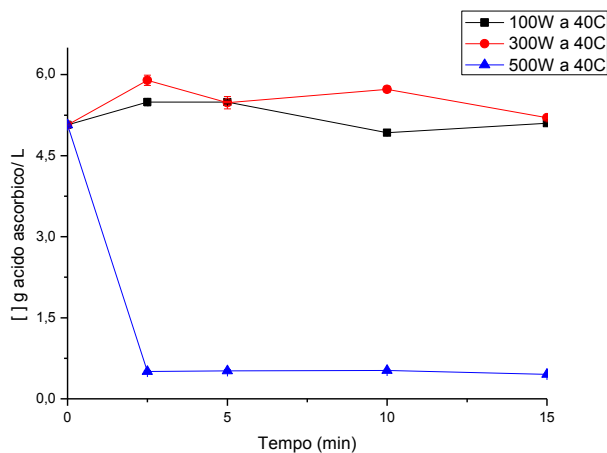


Figura 8 - Vitamina C em suco de acerola sonificado a 40°C.





XXI Congresso Brasileiro  
de Engenharia Química

Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o  
Ensino de Engenharia Química  
Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro

## 4. CONCLUSÃO

De acordo com nosso estudo, as vitaminas em destaque no suco de acerola foram a vitamina A, lipossolúvel, e as vitaminas do complexo B, B3 e B5, como também a vitamina C. Em termos gerais, foi verificado que quando se aumentou a temperatura e a potência do estudo a capacidade antioxidante pelo método FRAP também se elevou. Para o estudo das vitaminas do complexo B (B3 e B5), foi avaliado que quanto maior temperatura melhor manutenção e liberação das vitaminas estudadas. Já a vitamina lipossolúvel A, por ser termossensível se comportou de maneira inversa, ou seja, o tratamento ultrassônico foi mais efetivo em temperaturas menores. A vitamina C se comportou de maneira satisfatória em temperaturas menores, já que também é uma vitamina termossensível.

## 5. REFERÊNCIAS

ABID M, JABBAR S., TAO W., HASHIMM. M., HU B., LEI S., ZHANG X. , ZENG X., Effect of ultrasound on different quality parameters of apple juice. **Ultrasonics Sonochemistry** v. 20, p. 1182–1187, 2013.

BENZIE, I. F. F. An automated, specific, spectrophotometric method for measuring ascorbic acid in plasma (EFTSA). **Clinical Biochemistry**, Winnipeg, v. 24, p. 111-116, 1996.

BHAT R., KAMARUDDIN N.S.B.C, MIN-TZE L, KARIM A.A., Sonication improves kasturi lime (Citrus microcarpa) juice quality. **Ultrasonics Sonochemistry** v. 18, p. 1295–1300, 2011.

CHENG, L.H., SOH, C.Y., LIEW, S.C., TEH, F.F., Effects of Sonication and Carbonation on Guava Juice Quality. **Food Chemistry** n. 104(4), p. 1396-1401, 2007.

ITOO, S., AIBA, M., ISHIHATA, K. Comparison of ascorbic acid content in acerola fruit from different region depend on degree of mature, and its stability by processing. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology** n. 37, v. 726–729, 1990.

JEDLICKA, A., E KLIMES, J. Determination of water- and fat-soluble vitamins in different matrices using high-performance liquid chromatography. **Chemical Papers**, n.59, p. 202–222, 2005.

KARADAG, A., OZCELIK, B., E SANER, S. Review of methods to determine antioxidant capacities. **Food Analytical Methods**. v. 2, p. 41-60, 2009.

MAGALHÃES, L. M., SEGUNDO, M. A., REIS, S., E LIMA, J. L. F. C. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**.v. 613, p. 1-19, 2008.

PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO





XXI Congresso Brasileiro  
de Engenharia Química

Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o  
Ensino de Engenharia Química  
Fortaleza/CE  
25 a 29 de setembro

MARTINELLI, S. Fabricantes de sucos. Super/Hiper Dez, 46–55, 1998.

MEZQUITA, P.C., VIGOA, Y.G. La acerola. Fruta marginada de América con alto contenido en ácido ascórbico. **Alimentaria** n. 1, v.113–125, 2000.

NIKI, E. Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo. Free Radical **Biology and Medicine**. v. 49, p. 503-515, 2010.

NILSSON, J., PILLAI, D., ONNING, G., PERSSON, C., NILSSON, A., E AKESSON, B. Comparison of the 2,2'-azinobis-3-ethylbenzotiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) methods to assess the total antioxidant capacity in extracts of fruit and vegetables. **Molecular Nutrition e Food Research**, v. 49, p.239-246, 2005.

PRIOR, R. L.; XIANLI, W.; SCHAICH, K. Standardized methods for determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, May 2005.

RIZZOLO, A., & POLESELLO, S. Review Chromatographic determination of vitamins in foods, p. 624, 1992.

VENDRAMINI, A.L., TRUGO, L.C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia punicifolia* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry** n. 71, v. 195–198, 2000.

PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO

