



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Variação da concentração de vitamina C em sucos de laranja armazenados com diferentes condições de luminosidade e temperatura***Title Variation of vitamin C concentration in orange juice stored under different light conditions and temperature***Jean Karlo Acosta Mendonça¹, Tanise Cesar Fontana²**RESUMO**

O suco de laranja é um alimento complexo, formado por vários componentes orgânicos voláteis e instáveis, açúcares, ácidos, sais minerais, pigmentos e vitaminas. Seu consumo é motivado pela presença de Vitamina C que tem participação em inúmeras reações no organismo humano. Os humanos não sintetizam a vitamina C e dependem da sua ingestão na sua dieta alimentar, o suco de laranja representa uma das importantes fontes da vitamina. A vitamina C conhecida cientificamente por ácido ascórbico, inicia um processo de degradação logo que se produz o suco da fruta, e os principais fatores que influenciam na degradação da vitamina C nos sucos de fruta são o tipo de processamento, as condições de estocagem, o tipo de embalagem, a presença de oxigênio, de luz e enzimas. Os fatores de degradação da vitamina C em sucos de frutas, são constantemente estudados pela indústria, já que os consumidores também estão em constante busca por hábitos alimentares saudáveis. Diante disso, o projeto propõe um experimento investigativo capaz de observar a influência de alguns fatores que o consumidor tem a possibilidade de controlar, e sugerir que este experimento investigativo seja desenvolvido na íntegra, parcialmente ou correlatamente por professores no ensino de Química.

Palavras-chave: Degradação; ácido ascórbico; ensino.**ABSTRACT**

Orange juice is a complex food, made up of various volatile and unstable organic components, sugars, acids, minerals, pigments and vitamins. Its consumption is motivated by the presence of Vitamin C that has participation in numerous reactions in the human organism. Humans do not synthesize vitamin C and depend on their intake in the diet, orange juice represents one of the important sources of the vitamin. Vitamin C, known scientifically ascorbic acid, begins a degradation process as soon as fruit juice is produced, and the main factors that influence the degradation of vitamin C in fruit juices are the type of processing, the storage conditions, the type of packaging, the presence of oxygen, light and enzymes. Vitamin C degradation factors

¹ Instituto Federal Farroupilha - IFFAR, Santa Maria/RS - Brasil. E-mail: 75jkam@gmail.com

² Aluna do curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal Farroupilha - IFFAR, Santa Maria/RS - Brasil. E-mail: tanisefontanaa@gmail.com



in fruit juices are constantly studied by the industry, as consumers are also constantly seeking healthy eating habits. Therefore, the project proposes an investigative experiment capable of observing the influence of some factors that the consumer has the possibility to control, and suggest that this research experiment be developed in its entirety, partially or correlatively by teachers in the teaching of Chemistry.

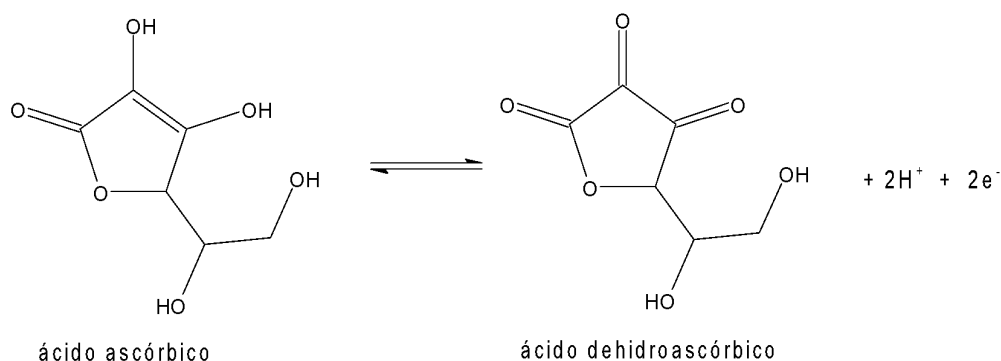
Keywords: Degradation; ascorbic acid; teaching.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de sucos de frutas é uma das maiores do mundo, e com o aumento de novos hábitos alimentares que consomem cada vez mais produtos naturais, a demanda por este produto é cada vez maior. O Brasil é um dos grandes produtores de suco de fruta, com destaque para o suco de laranja que é o mais consumido no mundo. Uma das qualidades do suco da laranja é ser uma fonte de vitamina C, conhecida cientificamente por 2-oxo-L-treo-hexo-1,4-lactona-2,3-enodiol, sua nomenclatura foi alterada pela IUPAC para ácido ascórbico, após estudos que demonstraram sua importância na prevenção e cura do escorbuto. (TEIXEIRA, 2006).

A vitamina C é derivada da hexose que é sintetizada por vegetais e pela maioria dos animais, a partir da glicose e galactose. O homem não possui a enzima L-gulonolactona oxidase que participa da biossíntese da vitamina C, sendo assim, necessária a ingestão dela através da dieta alimentar. (FIORUCCI, 2003). Os valores recomendados de vitamina C para homens adultos é de 90 mg/dia e para mulheres adultas 75 mg/dia. Esta substância está envolvida na síntese e manutenção do colágeno, na síntese de importantes neurotransmissores, como a norepinefrina e serotonina. É essencial para oxidação da fenilalanina e tirosina e para a conversão de folacina em ácido tetraidrofólico. Esta vitamina também facilita a absorção de minerais como ferro e zinco e auxilia a eliminação de metais como chumbo e níquel, além de promover resistência a infecções e ajudar em processos de cicatrização. A vitamina C também pode atuar na prevenção do câncer, pela inibição da formação de nitrosaminas cancerígenas, e no tratamento da doença; pode atuar na diminuição do risco de doenças cardiovasculares; no tratamento da hipertensão e na redução da incidência de cataratas. Porém, muitas dessas funções estão baseadas em estudos epidemiológicos, não sendo totalmente confirmadas ainda, em estudos experimentais. A associação encontrada entre vitamina C e câncer nos estudos epidemiológicos baseia-se na existência de uma relação inversa entre frequência de tumores e consumo de alimentos ricos nesta vitamina. (TEIXEIRA, 2006).

O ácido ascórbico tem a capacidade de ceder e receber elétrons, o que lhe confere um papel essencial como antioxidante. Na sua forma reduzida é conhecida como ácido ascórbico ou ácido L-ascórbico e na forma oxidada como ácido L-dehidroascórbico. O ácido L-ascórbico é um composto biologicamente ativo, instável, facilmente e reversivelmente oxidado a ácido L-dehidroascórbico (Figura 1).

**Figura 1** - Estrutura química da vitamina C.

Fonte: Fiorucci *et al.* (2003).

A degradação da vitamina C em sucos de fruta produzidos industrialmente, depende do processamento, condições de estocagem, tipo de embalagem, concentração de oxigênio, incidência de luz, catalisadores metálicos, enzimas e pH. (CÔRREA NETO, 1999). Para o consumidor que faz o suco natural em casa, os fatores que devem ser observados para reduzir a degradação da vitamina são: tipo de embalagem que será usado para condicionar o suco, exposição do suco ao oxigênio e luz, temperatura de condicionamento.

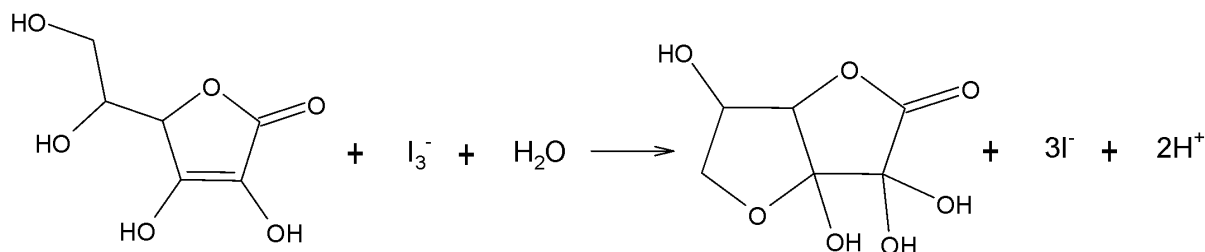
Existem vários estudos que observam estes fatores no processo de degradação da vitamina C, mas eles sempre têm o enfoque nos sucos de frutas produzidos industrialmente, por questões óbvias da importância comercial que estas informações possuem. Resumidamente estes estudos já demonstraram que as condições de estocagem são muito importante, pois é nela que se define outros fatores diretos como por exemplo a concentração de oxigênio no suco, a permeabilidade da embalagem ao gás e a exposição a luz. As degradações enzimáticas não ocorrem enquanto a fruta está em sua forma íntegra, mas após extração do fruto ocorre uma desorganização celular que permite o contato da enzima com o seu substrato, oxidando o ácido ascórbico. O processo de degradação enzimática pode ser minimizado por etapas de desaeração e emprego de altas temperaturas de pasteurização que reduzem as atividades das enzimas. As reações de decomposição do ácido ascórbico ocorrem mais rapidamente se estiverem na presença de metais catalíticos como Cu²⁺ ou Fe³⁺, e caso a faixa de pH do suco não esteja entre a faixa de maior estabilidade do ácido ascórbico que é de 4,0 e 6,0, este será outro fator de decomposição. (CÔRREA NETO, 1999).

Para determinar a concentração de ácido ascórbico em suco de frutas, várias técnicas analíticas são usadas, algumas usam instrumentação analítica mais complexa como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (ROSA, 2007), mas na maioria das vezes, as determinações são realizadas por volumetria. A metodologia mais popular para a análise de ácido ascórbico é a Iodimetria, que consiste de uma titulação da amostra com uma solução de iodo de concentração conhecida (ANDRADE, 2002), embora existam trabalhos com volumetrias diferentes que usam o indicador 2,6-diclobenzenoindofenol. (COUTO, 2010; JACOBS, 1958; LEME, 1950). Na Iodimetria o ácido ascórbico reage com o I₃⁻ de acordo com a equação da Figura 2. O amido é usado como indicador do ponto final da titulação, devido ao aparecimento de um



complexo de cor azul intensa, amido-iodo, quando a primeira fração de gota de I_3^- , que não reage, permanece em solução.

Figura 2 – Reação da Iodimetria.



Fonte: Harris, 2012.

O estudo sobre o processo de degradação da vitamina C é grande no meio científico, mas ao mesmo tempo, é um assunto de interesse popular diante aos novos hábitos alimentares cada vez mais saudáveis. Por este motivo, este trabalho se propôs a organizar uma metodologia que proporcione aos professores de química, desenvolver com seus alunos, projetos de pesquisa que quantificam a concentração de vitamina C em sucos de fruta, além de observar a influência que alguns fatores têm na degradação da vitamina. Inicialmente o projeto propõe o estudo de dois fatores: incidência de luz e temperatura, mas baseado na mesma metodologia pode-se estudar outros fatores, como por exemplo, material do recipiente e pH assim como outras frutas.

A experiência docente na área da química, traz um conhecimento tácito, que neste caso está muito bem explicado no resultado do estudo de Campos *et al.* (2019) Ao ouvirem a opinião de alunos do ensino médio sobre aulas experimentais de química, eles concluíram que os alunos consideram a disciplina importante, interessante e útil, mas acham de difícil assimilação. As dificuldades vem da linguagem, simbolismos e equações, que são usadas demasiadamente pelos professores. A proposta de ensino via experimentação na área da química, é uma ideia muito antiga, mas até hoje existe um esforço de convencimento e formação continuada dos profissionais neste sentido. Exemplos como a oficina pedagógica de Leão *et al.* (2018), que ensinou experimentos aos estudantes do curso de Licenciatura em Química, foram práticas consideradas pelos autores “potencializadoras do ensino da química”. Eles também se preocuparam em desenvolver experimentos condizentes com a realidade estrutural das escolas. Nesse mesmo raciocínio, existe uma preocupação com o grau de participação dos alunos nos experimentos propostos nos livros didáticos (LD) de Química. Mori *et al.* (2013), apontaram que a minoria dos experimentos propostos nos LD de 2007 distribuídos pelo MEC, se enquadram em um modelo que incentiva o aluno a fazer planejamento, formulação de hipóteses, montagem, observação, coleta de dados, interpretação e tomada de conclusões. Recentemente, Ferreira *et al.* (2017), avaliaram os LD de Química de 2015 e destacaram que ao longo dos anos, os autores dos LD vem adaptando os experimentos à realidade das escolas do país, mas o modelo de proposição dos experimentos, via um passo a passo a ser seguido pelo aluno, ao modo de uma “receita de cozinha”, ainda se faz presente nestes livros.

Diante desta realidade, a realização deste trabalho sempre teve a preocupação de elaborar uma proposta experimental mais completa, que vai além de um simples



experimento que comprova a teoria, o que já é uma visão equivocada. Ele foi pensado para ter um caráter investigativo de pesquisa, que possibilite associação de causa com consequência, requer dos executores um planejamento, coleta de dados, formulação de hipóteses que precisarão ser comprovadas com ferramentas estatísticas e tomadas de conclusões. Acredita-se que o nível de conhecimento necessário para a execução na sua totalidade, sugere que ele seja usado no ensino superior, mas sob uma orientação maior ele pode ser usado já no ensino médio. Pode também ser uma boa proposta de integração com outras disciplinas como Matemática e Biologia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais usados foram: pipetas volumétricas, béqueres, balões volumétricos, bureta, suporte universal, papel alumínio, geladeira, espremedor de laranja, coador de suco, laranjas in natura do tipo Valência, iodeto de potássio (marca: VETEC; Dosagem mínima: 99,0%), iodo (marca: SIGMA-ALDRICH; Grau de pureza: 99,8%), etanol (marca: VETEC; Grau de pureza: 95%), amido solúvel (marca: SYNTH; Dosagem mínima: 99%), vitamina C (pastilhas de 1 g vendidas na farmácia) e água destilada.

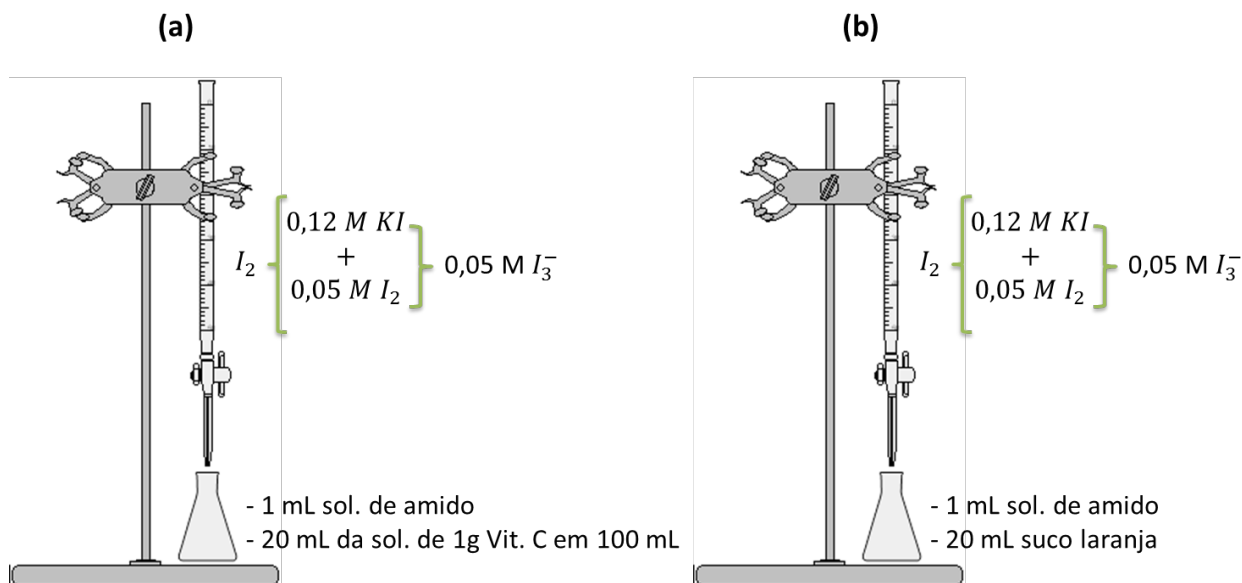
Inicialmente foi extraído 600 mL de suco da mesma espécie de laranja, coado e separado em três frascos de vidro transparente. Um destes frascos permaneceu a temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5$, e foi rotulado de STaEI (Suco na Temperatura ambiente e Exposto a luz), os outros frascos foram envoltos com papel alumínio, sendo um deles rotulado de STaPI (Suco na Temperatura ambiente e Protegido da luz) e o outro de SRfPI (Suco Resfriado e Protegido da luz). Apenas este último foi mantido sobre refrigeração na geladeira a uma temperatura de $8^{\circ}\text{C} \pm 2$, enquanto os outros permaneceram na bancada do laboratório.

Foi preparado 1 L de uma solução de 0,05 M de iodo, a partir da mistura de 12,69 g de I_2 e 19,92 g de KI em uma solução aquosa com 20% de etanol. Esta solução foi mantida em frasco de vidro âmbar e envolto com papel alumínio. Uma solução padrão de ácido ascórbico de 10 g/L, foi preparada solubilizando uma pastilha de vitamina C comercial em um balão volumétrico de 100 mL. Foi usado a vitamina C comercial para o preparo da solução padrão, por dois motivos: primeiro porque a proposta do projeto é que ele seja analogamente reproduzido em escolas que provavelmente não vão dispor do reagente ácido ascórbico P.A. em seu almoxarifado, e segundo porque as empresas farmacêuticas têm grande exatidão na dosagem do princípio ativo em seus medicamentos.

A solução titulante de iodo foi padronizada com a solução de ácido ascórbico, depois de padronizada foi usada para titular as amostras de sucos de laranja, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - (a) Padronização da solução titulante; e, (b) Titulação da amostra.



Fonte: Elaborada pelos/as autores(as).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As titulações de padronização da solução de I_3^- consumiram um valor médio de 25,8 mL do titulante. Considerando que 1 mol de ácido ascórbico tem 176,09 g, os 0,2 g de ácido ascórbico titulados equivalem a $11,36 \times 10^{-4}$ mol de ácido ascórbico. A Figura 2 mostra que a estequiometria da reação de titulação é 1:1, sendo assim, $11,36 \times 10^{-4}$ mol de I_3^- confinados em 25,8 mL, configuram uma solução de concentração 0,0440 mol/L da solução titulante. A quantidade esperada de ácido ascórbico em 20 mL de suco de laranja, é bem inferior a quantidade do ácido usada no processo de padronização da solução de I_3^- . Por este motivo a solução titulante padronizada, foi diluída numa proporção de 1:20 assumindo o novo valor de concentração de 0,0022 mol/L. de I_3^- . Esta solução diluída foi usada nas titulações das amostras de suco de laranja, que consumiram volumes de titulante maiores que $1/3$ do volume da bureta, conforme sugerem as boas práticas da química em processos de titulação.

Os cálculos da concentração de vitamina C nas amostra de laranja, foram feitos em três etapas: 1º foi calculado o número de mol de I_3^- confinado no volume de titulante gasto na titulação, como a estequiometria da titulação é 1:1 este é o mesmo número de mol de ácido ascórbico titulado; 2º sabendo a massa molar do ácido ascórbico e o número de mol presente no titulado, foi calculado quantos grama de ácido ascórbico estavam confinados nos 20 mL de amostra; e, 3º a massa em grama de ácido ascórbico foi transformada para miligrama, e depois calculado quantos miligrama de ácido ascórbico teriam em um litro de amostra.

As amostras de suco submetidas aos três tratamentos diferentes, foram tituladas em intervalos de tempo definidos, e tiveram as suas concentrações de ácido ascórbico (mg/L) registradas em uma tabela conforme ilustrado na Tabela 1.



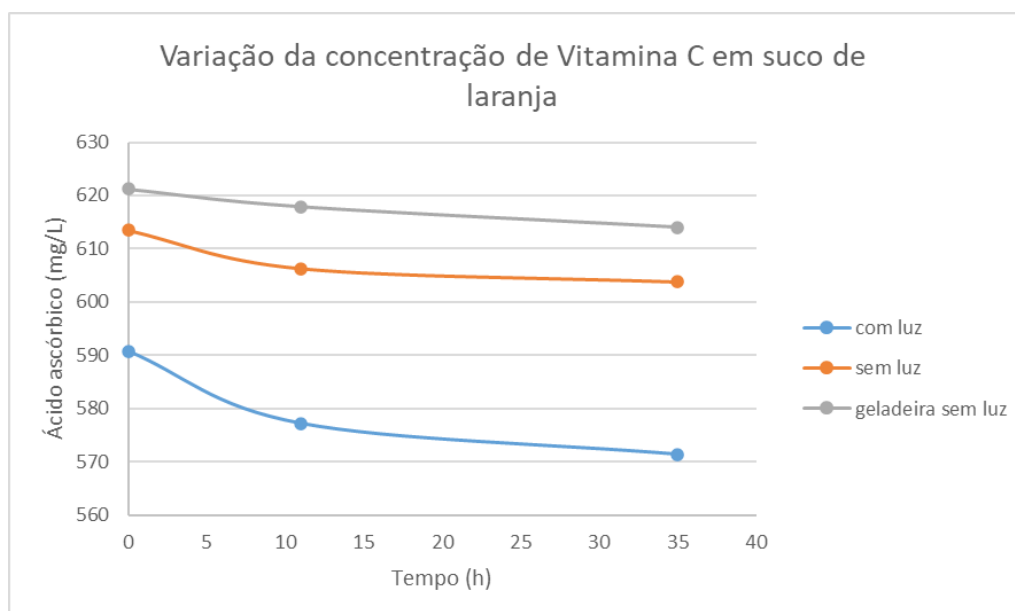
Tabela 1 - Concentrações de ácido ascórbico (mg/L) no suco de laranja.

Hora	STaEI				STaPI				SRfPI			
	x_1	x_2	x_3	\bar{x}	x_1	x_2	x_3	\bar{x}	x_1	x_2	x_3	\bar{x}
0	590,8	588,8	592,7	590,8	616,0	614,0	610,2	613,4	621,8	619,8	621,8	621,2
11	575,3	579,2	577,2	577,2	606,3	608,2	604,3	606,3	617,9	616,0	619,8	617,9
35	573,3	569,5	571,4	571,4	604,3	602,4	604,3	603,8	616,0	612,1	614,0	614,0

Fonte: Elaborada pelos/as autores(as).

Os resultados obtidos com as médias aritméticas das análises feitas em triplicata foram relacionados em um gráfico no eixo y, e o tempo decorrido entre as medidas no eixo x. Este gráfico está ilustrado na Figura 4, e mostra as variações das concentrações de ácido ascórbico em relação ao tempo, nos três tratamentos submetidos à amostra.

Figura 4 - Variações de ácido ascórbico nas diferentes condições estudadas.



Fonte: Elaborada pelos/as autores(as).

Os resultados observados no gráfico mostram alguns comportamentos: os três sucos apresentaram redução da concentração de ácido ascórbico com o passar do tempo; a menor redução da concentração de ácido ascórbico foi com o suco que ficou na geladeira e protegido da luz; a concentração de ácido ascórbico no suco mantido a temperatura ambiente e exposto à luz, foi a que mais decaiu dentre as três condições estudadas; o suco que ficou apenas protegido da luz apresentou pouca variação de concentração de ácido ascórbico se comparado com o resfriado e protegido da luz. Estes resultados sugerem que o ácido ascórbico no frasco protegido da luz a temperatura ambiente, não se decompôs em grande quantidade devido a preservação da luz.

Sabemos que a vitamina C inicia um processo de degradação logo que se produz o suco da fruta, porém, quando é mantida em um ambiente resfriado e protegido, se



favorece a preservação da substância. Este conhecimento se mostra comprovado ao compararmos as reduções de ácido ascórbico nas três condições de conservação avaliadas.

Para decidir se as variações da concentração de ácido ascórbico com o passar do tempo, são significativamente diferentes, foram realizadas análises de variância ANOVA (SKOG, 2015) para cada um dos três tratamentos estudados. Estas análises foram feitas com os resultados da concentração de ácido ascórbico obtidos em triplicata em um determinado tempo em que ela foi analisada. Tem-se como fator observado o tratamento aplicado à amostra, em relação a variável dependente que é a concentração do ácido ascórbico. O grau de certeza usado neste teste estatístico foi de 95%. Os resultados obtidos no ANOVA estão na figura 4.

Figura 4 - Teste ANOVA.

Anova: fator único						
RESUMO						
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância		
Coluna 1	4	2384,435	596,1087	1129,019		
Coluna 2	4	2477,311	619,3278	451,7219		
Coluna 3	4	2527,191	631,7977	802,8723		
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2624,438209	2	1312,219	1,651551	0,244921	4,256495
Dentro dos grupos	7150,838304	9	794,5376			
Total	9775,276513	11				
	26,84771327	fator analisado				
	73,15228673	fatores desconsiderados				

Fonte: Elaborada pelos/as autores(as).

Obteve-se o F calculado de 1,65 sendo inferior ao F crítico que é 4,26 demonstrando que as variações das concentrações do ácido ascórbico não apresentaram variações significativas, embora ainda seja possível observar, parte dessa variação na figura 4. Além disso, é possível notar que 26,85% da variação é causada pelo fator analisado, ou seja, variações causadas pelas diferentes formas de conservação avaliadas, e 73,15% da variação é causada por fatores que não foram considerados no experimento.

A cinética do processo de degradação do ácido ascórbico, depende de muitas variáveis já citadas anteriormente. Pedrosa *et al.* (2011) estudaram a decomposição de vitamina C em rações para camarão, e concluíram que as altas temperaturas de 80°C usadas no processamento destas rações, influenciaram neste processo. Eles obtiveram degradações de 50 até 70% em seus estudos. Por sua vez, Alves *et al.* (2010) estudaram a decomposição em sucos de manga armazenados em câmara fria sob temperaturas de 12°C, 6°C e 0°C, e concluíram que as mais baixas temperaturas apresentaram as menores taxas de decomposição da vitamina C. Dionisio *et al.* (2018) observaram a redução de apenas 20% da vitamina C em sucos de caju pasteurizados



a 83°C por 90 segundos e mantidos a 5°C por um período de 225 dias. Lavinias *et al.* (2006) também estudaram a estabilidade da vitamina C em sucos de caju armazenados a temperaturas de 6,5°C, 4,4°C e 2,7°C, e observaram as menores taxas de redução na estocagem sob a temperatura mais baixa. Cunha *et al.* (2014) estudaram a decomposição da vitamina C em sucos frescos comerciais recém-preparados de laranja, abacaxi e melancia, durante 24 horas. Este estudo investigou o armazenamento a 25°C simulando a temperatura ambiente e a 8°C simulando o armazenamento refrigerado. Os resultados mostraram que o suco de laranja manteve praticamente inalterado a concentração de vitamina C em ambos os armazenamentos, e os sucos de abacaxi e melancia apresentaram uma pequena redução da vitamina em ambos os armazenamentos. Os autores sugeririam que a acidez inicial dos alimentos, influenciou na preservação do ácido ascórbico.

Os sucessivos resultados de estudos da decomposição da vitamina C, nos sugerem que duas coisas são vitais em relação a cinética deste processo. Uma delas é a matriz, que são todos os constituintes da amostra (alimento) excluindo o analito (vitamina C), e a outra são as condições de armazenamento. As matrizes ricas em H⁺ no meio, manterão o equilíbrio químico da reação ilustrada na Figura 1 deslocado para a esquerda, aumentando assim a estabilidade do ácido ascórbico. Spinola *et al.* (2013) comprovaram a correlação da alta concentração de H⁺ do meio com a estabilidade do ácido ascórbico. Os valores de pH da matriz são inerentes a composição do alimento, mas até a presença de leveduras e ou bactérias, podem dependendo das condições, reduzir consideravelmente estes valores. Já em relação às condições de armazenamento, a variável mais estudada, e comprovadamente a que mais influencia na preservação do ácido ascórbico, é a temperatura. Condicionamento a baixas temperaturas apresentaram as menores taxas de redução de vitamina C em todos dos estudos já citados. Esta observação não é nenhuma surpresa, já que o aumento na temperatura, gera o aumento da energia cinética dos reagentes, aumentando a frequência de choques efetivos, e conseqüentemente aumentando a velocidade das reações. Quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade de todas as reações possíveis no alimento.

No atual estudo, embora estatisticamente não podemos afirmar que os diferentes tratamentos de conservação estudados influenciaram nas variações de vitamina C, os resultados acabaram mostrando visualmente na Figura 4 que a temperatura influenciou mais que a exposição à luz. Talvez seja por isso que esta última variável não seja tão explorada no estudo da decomposição de vitamina C em alimentos, embora seja sabido que ela influencia neste processo. Já o fato do ácido ascórbico ser o mais termolábil de todas as vitaminas (ÖZKAN, 2004), isso justifica o interesse de sabermos a sua concentração, pois além do valor nutricional, ele também é um indicador de que os demais nutrientes estão preservados.

4. CONCLUSÕES

A interpretação visual da variação de concentração de ácido ascórbico nos três tratamentos avaliados, sugerem que estes modos de estocagem do suco apresentam resultados diferentes com relação à oxidação do ácido ascórbico, por outro lado, estatisticamente se comprova que esta variação observada está dentro de uma



distribuição ao acaso, e isso nos leva a concluir a hipótese de que os diferentes tratamentos aplicados aos sucos de laranja não apresentaram variações significativas nas suas reduções de concentração de ácido ascórbico.

Este estudo serve também para inspirar professores a desenvolverem aulas experimentais e utilizar essa proposta em atividades de ensino, onde o espírito investigativo do aluno é despertado. Esta pesquisa demonstra que professores podem fazer uso desta abordagem e elaborar aulas diferenciadas, trabalhando na prática os cálculos analíticos que envolvem estequiometria, concentração de soluções, ferramentas estatísticas, a volumetria de oxirredução, os princípios da Química Analítica, além de proporcionar aos seus alunos uma experimentação do trabalho dos Químicos Analíticos. Acredita-se que esta experiência pode ajudar a transformar os alunos em consumidores mais críticos e preocupados não só com a composição dos alimentos, mas também com a sua melhor preservação nutricional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que este trabalho possa incentivar os profissionais na área da educação de Química a construir aulas diversificadas, que envolvam os alunos não só em experimentos de química, mas também em processos experimentais investigativos, formando uma sociedade que compreenda melhor os processos químicos. Essa metodologia científica pode ser utilizada com facilidade pelos professores, pois os materiais e reagentes utilizados para verificar a variação do ácido ascórbico nas amostras de suco de laranja, fazem parte dos itens básicos que compõem os laboratórios de química escolares.

Cabe destacar que práticas iguais ou análogas a esta, proporcionam aos alunos uma visão de que eles também podem ser geradores de conhecimento, e que o conhecimento da humanidade, incluindo seu LD, veio de experimentações feitas por pessoas, e eles podem ser uma delas. Partindo do pressuposto que a missão maior do professor é ensinar, a alfabetização científica torna-se o caminho que vem a transformar a educação, o processo de ensino aprendizagem e o cotidiano do aluno, fazendo os saberes escolares que antes eram tão longínquos agora façam sentido.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, J. A.; NASSUR, R. de C. M. R.; PIRES, C. R. F.; ALCÂNTARA, E. M. de; GIANNONI, J. A.; LIMA, L. C. de O. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.714-721, 2010.

ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, n.27, p.393-401, 2002.

CAMPOS, C. de S.; OLIVEIRA, E. N. A. de; CEZÁRIO, A. F. R.; OLIVEIRA, M. da C. O que diz o aluno sobre as aulas experimentais de química: uma análise das suas enunciações. **Research, Society and Development**, v.8, n.4, p.1-20, 2019.



- CÔRREA NETO, R. da S.; FARIA, J. de A. F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. **Food Science and Technology**, Campinas, v.19, n.1, p.153-161, 1999.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.30, p.15-19, 2010.
- CUNHA, K. D.; SILVA, P. R. da; FARIA, A. L.; COSTA, S. da F.; TEODORO, A. J. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.17, n.2, p.139-145, 2014.
- DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; PINTO, C. O.; GOES, T. de S.; BORGES, M. de F.; ARAÚJO, I. M. da S. Processamento e estabilidade de uma bebida de caju e yacon durante o armazenamento sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.21, e2016189, 2018.
- FERREIRA, S. N.; JESUS, A. B. de; ROTTA, J. C. G. A abordagem experimental nas coleções de química do PNL D 2015 para o ensino médio no cenário escolar brasileiro. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 10., Sevilla, 2017. **Anais...** Sevilla: 2017. n.extraordinário. p.5321-5325.
- FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, T. G. A importância da Vitamina C na sociedade através dos tempos. **Química Nova na Escola**, n.17, p.3-7, 2003.
- HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- JACOBS, M. B. **The chemical analysis of foods and food products**. New York: Van Nostrand, 1958. p.979.
- LAVINAS, F. C.; ALMEIDA, N. C.; MIGUEL, M. A. L.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju in natura armazenado em diferentes condições de estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.875-883, 2006.
- LEÃO, M. F.; ALVES, A. C. T. Oficina pedagógica na Licenciatura em Química com experimentos e materiais alternativos para o Ensino Fundamental. **Revista REAMEC**, v.6, n.1, p.87-106, 2018.
- LEME JR., J.; MALAVOLTA, E., Determinação fotométrica de ácido ascórbico. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.7, p.115-129, 1950.
- MORI, R. C.; CURVELO, A. A. da S. O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNL D/2007. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.13, n.1, p.65-86, 2013.
- ÖZKAN, M.; AYSEGÜL, K.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**, Chicago, v.88, n.4, p.591-597, 2004.



PEDROSA, Z. V.; CAVALHEIRO, J. M. O.; PRADO, J. P. de S.; OLIVEIRA, V. M. S. de. Degradação de α -tocoferol, retinol e ácido ascórbico durante processamento e armazenamento de rações para camarão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.2, p.404-409, 2011.

ROSA, J.; GODOY, R. L. de O. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.27, v.4, p.837-846, 2007.

SKOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2015.

SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J. S.; CASTILHO, P. C. Effect of time and temperature on vitamin C stability in horticultural extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric titration as analytical methods. **Food Science and Technology**, London, v.50, n.2, p.489-495, 2013.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.2, p.219-277, 2006.

Submetido em: **02/07/2019**

Aceito em: **20/07/2020**