

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

LARA APARECIDA BORGES BERNARDINO

**DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C EM SUCOS DE
LARANJA: *IN NATURA*, DESIDRATADO E
PASTEURIZADO**

BAURU
2012

LARA APARECIDA BORGES BERNARDINO

**DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C EM SUCOS DE
LARANJA: *IN NATURA*, DESIDRATADO E
PASTEURIZADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Prof^a Dra. Ana Paula Cerino Coutinho.

BAURU
2012

Bernardino, Lara Aparecida Borges

B523d

Determinação de vitamina C em sucos de laranja: *in natura*, desidratado e pasteurizado / Lara Aparecida Borges Bernardino -- 2012.

32f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP

1. Vitamina C. 2. Sucos. 3. Laranja. I. Coutinho, Ana Paula Cerino. II. Título.

LARA APARECIDA BORGES BERNARDINO

**DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C EM SUCOS DE LARANJA: *IN*
NATURA, DESIDRATADO E PASTEURIZADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Prof^a Dra. Ana Paula Cerino Coutinho.

Banca Examinadora:

Prof^a Dra. Ana Paula Cerino Coutinho
UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

Prof. Ms. Carlos Henrique Conte
UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

Prof^a Dra. Márcia Aparecida Zeferino Garcia
UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

Bauru, 06 de dezembro de 2012.

Dedico este trabalho
primeiramente a Deus,
à minha família, amigos
e professores.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me adquirir sabedoria e paciência.

Aos meus pais e familiares pelo total apoio durante esta jornada.

Em especial a minha orientadora e Prof^a. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho pela sua dedicação e competência em me orientar no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Ms. Carlos Henrique Conte e a Prof^a. Dra. Márcia Aparecida Zeferino Garcia, por terem aceitado o convite para compor a minha banca.

Aos grandes Mestres do decorrer do curso.

Ao Danilo de Paiva Negrão por fazer o Abstract de última hora.

Aos meus amigos adquiridos na Universidade, pelo companheirismo e pelas conquistas alcançadas.

A Universidade Sagrado Coração pela ótima infraestrutura no curso de Química Bacharelado.

A Usina JJ por ceder o laboratório para desenvolver algumas análises utilizadas neste trabalho.

A todos que me ajudaram direto e indiretamente na realização deste trabalho.

RESUMO

Atualmente, a busca por sucos industrializados é crescente devido à agilidade que eles oferecem em seu preparo. O amplo consumo do suco de laranja deve-se ao sabor agradável e as suas características nutricionais. A vitamina C encontrada em sucos é muito importante para o crescimento e desenvolvimento do feto e placentário, além de exercer papel estrutural importante, como a participação da síntese do colágeno, necessário à integridade do tecido conjuntivo, cartilagens e matriz óssea e a dentina e, quando se ingeri mais de 100 mg por dia de vitamina C há a facilitação na absorção do ferro, que é necessário no nosso intestino. O objetivo deste trabalho foi analisar os aspectos físico-químicos dos sucos de laranja *in natura*, desidratado e pasteurizado como: pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável além de determinar o teor de vitamina C. O pH do suco *in natura*, desidratado e pasteurizado foram 4,10; 2,84 e 3,51 respectivamente. Os sucos *in natura* e pasteurizados apresentaram °Brix de 10,6 e 11,0, respectivamente, estando dentro das especificações, entretanto o suco desidratado apresentou valor de 2,9 °Brix. A acidez titulável de todos os sucos analisados estão dentro das especificações, ou seja, apresentaram valores de 0,5 a 1,5. O teor de vitamina C no suco *in natura* e pasteurizado foi de 42,42 mg/ 100 mg e 87,04 mg/ 100 mg, respectivamente, estando dentro das especificações. Os sucos *in natura* ou pasteurizado podem ser considerados como importante fonte de vitamina C, ao contrario do suco desidratado que de acordo com as análises apresentou teores de vitamina C inferior ao recomendado diariamente.

Palavras-chave: Vitamina C. Sucos. Laranja.

ABSTRACT

Nowadays, the search for industrialized juice is rising due to the agility of its preparation. The wide consumption of orange juice is due to the nice taste and to its nutritional facts. The vitamin C found in juices is very important to the growth and development of the fetus and placental, beyond exercising an important structural role, as participating on the synthesis of collagen, necessary to the integrity of the tissue, cartilage and bone matrix and the dentine and, when the consumption is over 100 mg per day, there is facilitation in the absorption of iron, that is necessary for our intestine. The objective of this study was to analyze the physical and chemical aspects of fresh orange juice, pasteurized and dried as: pH, total soluble solids, titratable acidity addition to determine the content of vitamin C. The pH of fresh juice, dried and pasteurized, was 4,10; 2,84 and 3,51 respectively. The fresh juices and pasteurized presented °Brix 10,6 and 11,0, respectively, being within specification, however the dried juice presented a value of 2,9 °Brix. The , titratable acidity of all analyzed juices are within specification, in other words, they presented values of 0,5 to 1,5. The vitamin C content in fresh and pasteurized juice was 42.42 mg / 100 mg and 87.04 mg / 100 mg, respectively, and they are within specifications. The fresh or pasteurized juices can be considered as an important source of vitamin C, unlike the juice dehydrated, according to the analysis it presented vitamin C lower than recommended daily.

Keywords: vitamin C. Juices. Orange.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores de vitamina C de alguns alimentos	18
Tabela 2 - Ingestão dietética recomendada de vitamina C, expressa em mg/dia	19
Tabela 3 - Valores de acidez titulável, °Brix e pH nas amostras de suco de laranja	27
Tabela 4 - Teores de vitamina C nas amostras de suco de laranja	28

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – (a) ácido L-ascórbico; (b) ascorbato (radical livre); (c) ácido dehidroascórbico; (d) ácido D-isoascórbico.....	13
Figura 2 - Estrutura química dos ácidos L-ascórbico e dehidroascórbico	15
Figura 3 - Processo redox do ácido ascórbico	15
Figura 4 - Formação do ácido dehidroascórbico	16
Figura 5 - Reação de decomposição do ácido ascórbico.....	16
Figura 6 - Filtração do suco de laranja	25
Figura 7 - Suco de laranja após titulação	25
Figura 8 - Suco de laranja antes e após a titulação	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	12
3	VITAMINA	13
3.1	ESTRUTURA QUÍMICA.....	13
3.2	PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS	14
3.2.1	Estabilidade	14
4	BIODISPONIBILIDADE	17
4.1	DEFICIÊNCIA DE VITAMINA C.....	18
5	EFEITOS DO PROCESSAMENTO E ESTACAGEM	21
6	MATERIAIS E MÉTODOS	23
6.1	MATERIAIS	23
6.2	MÉTODOS.....	23
6.2.1	pH	23
6.2.2	Sólidos solúveis totais (SST)	23
6.2.3	Acidez titulável	24
6.2.4	Vitamina C	24
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
7.1	PH, SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) E ACIDEZ TITULÁVEL	27
7.2	TEOR DE VITAMINA C	28
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca por alimentos industrializados é crescente devido à agilidade que eles oferecem em seu preparo. Além da rápida preparação, esses alimentos apresentam maior durabilidade e uma grande variedade nos sabores.

Com a exigência do mercado externo, a partir dos anos 60, a citricultura brasileira, particularmente a paulista, voltou-se para a produção de matéria prima para a indústria de processamento de suco, deixando de lado a produção comercial de frutas *in natura* (de mesa). (NEVES et al., 2001).

O aumento no consumo do suco industrializado não foi pelo valor nutricional da fruta, mas sim pela praticidade e ampla variedade.

Os sucos naturais são ricos em vitaminas e minerais, por sua vez os industrializados também contem em menores proporções as vitaminas e minerais necessários, porém contem agentes nocivos à saúde humana, como corantes, acidulantes, aromatizantes e conservantes.

Os sucos industrializados, para que sejam considerados de boa qualidade, eles devem apresentar atributos semelhantes ao do produto natural. (LIMA et al., 2000 citado por CORREIAS; FARAONI; PINHEIRO-SANT'ANA, 2008).

A escolha não deve levar em consideração marcas, mas sim a tabela nutricional, com as seguintes informações: valor energético, açúcares, carboidratos, proteínas, gorduras totais, colesterol, teor de vitaminas e de minerais presentes nos produtos.

O suco de laranja é definido como uma bebida não fermentada e não diluída, que é obtida da parte comestível da laranja através de processo tecnológico adequado. (SILVA et al., 2005).

O Brasil é o maior produtor e exportador de laranja detendo 53% da produção mundial e exportando aproximadamente 98% dessa produção. (FAVA, 2012).

O suco da laranja é considerado uma das melhores fontes de vitamina C consumida na dieta. (SHAW, 1991 citado por SILVA et al., 2005).

Na produção de sucos industrializados, como pasteurizado ou desidratado, a adição de ácido ascórbico é essencial, pois ele é utilizado como antioxidante para preservar as características do suco como sabor e a cor mais próxima do natural. (PEREIRA, 2008).

A produção do suco de laranja industrializado consiste na separação da polpa e resíduos da casca, onde a polpa após a pasteurização passa por processos adicionais, para remoção do óleo da casca existente e desaeração, removendo o oxigênio e assim aumentando a vida útil do alimento. (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CITRICOS..., c2012).

O amplo consumo do suco de laranja deve-se ao sabor agradável juntamente com as suas características nutricionais como vitaminas e minerais, indicados principalmente para idosos e crianças como um importante complemento alimentar. (OLIVEIRA et al., 2004).

Vitaminas, como o ácido ascórbico, é utilizado como índice de qualidade nutricional dos produtos derivados de frutas e vegetais porque, comparado a outros nutrientes, esta vitamina é mais sensível à degradação durante o processamento e estocagem. (ÖZKAN, 2004 citado por SILVA et al., 2005).

Nos alimentos, a vitamina C funciona como agente preservativo, ou seja, evita a ação do tempo, além de auxiliar no aumento da vida útil e integridade do produto. (PEREIRA, 2008).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os aspectos físico-químicos de sucos de laranja *in natura*, desidratado e pasteurizado.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar e comparar o pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e teor de vitamina C de diferentes processos de extração do suco de laranja.

3 VITAMINA

A vitamina é uma palavra muito comum e muito comentada no nosso dia a dia, mas poucos sabem de sua real importância. Ela não é apenas um bônus nutricional como é rotulada por diversos anúncios publicitários, mas sim uma substância química essencial para a nossa vida. (HUNTER, 1978).

Penteado (2003) descreve o ácido ascórbico, popularmente conhecido como vitamina C, como uma vitamina com característica hidrossolúvel, que pode ser sintetizada por plantas e por quase todos os animais, exceto os seres humanos, primatas, alguns roedores e pássaros. Esta vitamina é de extrema importância para a saúde humana e nas indústrias alimentícias, onde é usada como aditivo nos alimentos processados.

3.1 ESTRUTURA QUÍMICA

“O termo vitamina C é usado para descrever genericamente todos os compostos que apresentam quantitativamente a atividade biológica do ácido ascórbico. O composto natural principal com a atividade da vitamina C é o ácido L-ascórbico [...]” (PENTEADO, 2003, p. 203), conforme mostra a Figura 1.

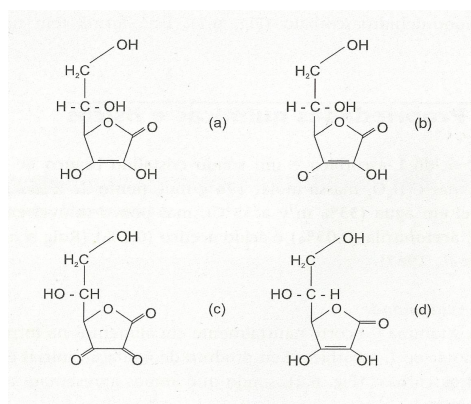


Figura 1- (a) ácido L-ascórbico; (b) ascorbato (radical livre); (c) ácido dehidroascórbico; (d) ácido D-isoascórbico.
Fonte: Penteado (2003, p. 203).

O ácido L-ascórbico é o nome trivial para L-treo-2-hexenona-1,4-lactona. Existem dois pares enantiomeros do ácido ascórbico: ácido L- e D-ascórbico; e ácido L- e D-isoascórbico. Dentre esses quatro, são epímeros entre si: ácido L-ascórbico; e ácido D-isoascórbico; e ácido L-isoascórbico, sendo que esses dois últimos não apresentam a atividade da vitamina C e não ocorrem na natureza. Já o ácido D-isoascórbico, epímero do ácido L-ascórbico, é conhecido como eritórbico e não é encontrado em produtos naturais, exceto pela sua ocorrência em certos micro-organismos. (PENTEADO, 2003, p. 204).

O ácido eritórbico possui propriedades redutoras similares a do ácido L-ascórbico, mas somente 5% de sua atividade é vitamínica. (BALL, 1998 citado por PENTEADO 2003, p. 204). Ele também é muito utilizado como estabilizante no processamento de bebidas e produtos alimentícios, como: óleos, frutas e carnes. (BALL, 1998; BARUFFALDI, 1998; OLIVEIRA, 1998 citado por PENTEADO, 2003, p. 2004).

3.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS

O ácido L-ascórbico de fórmula molecular $C_6H_8O_6$ é um sólido cristalino branco cuja massa molar é de 176 g/mol, ponto de fusão 192 °C, sendo solúvel em água (33% m/v a 35 °C), mas pouco solúvel em etanol (2%), acetonitrila (0,05%) e ácido acético (0,2%). (ROIG et al., 1993; ABE et al., 1987 citado por PENTEADO, 2003, p. 204).

3.2.1 Estabilidade

“A vitamina C ocorre naturalmente em alimentos na forma reduzida do ácido L-ascórbico. Seu produto de oxidação inicial é o ácido dehidroascórbico (Figura 2), sendo que ambos apresentam atividade vitamínica [...]” (PENTEADO, 2003, p. 204).

O ácido L-ascórbico apresenta algumas propriedades incomuns, tais como: não possuir grupos carboxílicos e ter características ácidas, ser forte agente redutor e possuir um anel 1,4-lactona estável. (ROIG et al., 1993 citado por PENTEADO, 2003, p. 204).

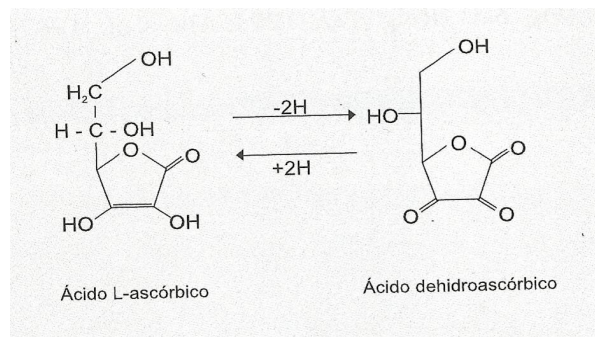


Figura 2- Estrutura química dos ácidos L-ascórbico e dehidroascórbico.
Fonte: Penteadó, 2003, p. 205.

O processo redox do ácido ascórbico, representado pela Figura 3, é reversível com a formação de radicais livres intermediários. A perda de um elétron, conforme a Figura 3, leva à formação do ascorbato intermediário, HA^{\bullet} , também chamado ácido monodehidroascórbico ou ácido semidehidroascórbico. (PENTEADO, 2003, p. 2004).

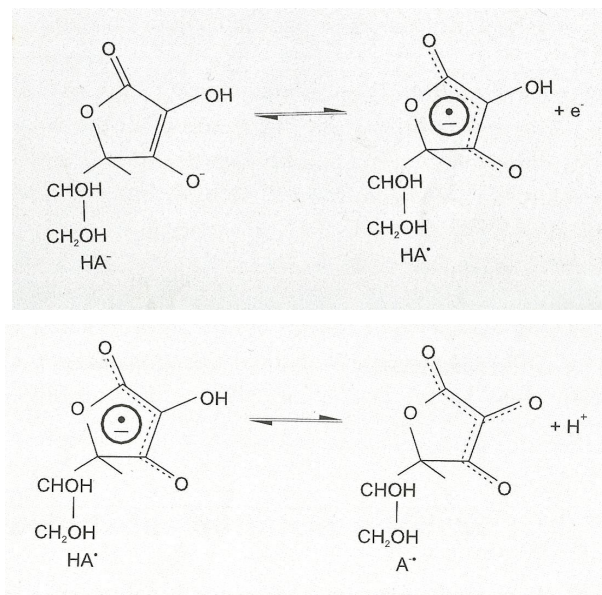


Figura 3- Processo redox do ácido ascórbico.
Fonte: Penteadó, 2003, p. 206.

A espécie HA^{\bullet} se dissocia formando o radical A^{\bullet} , com a perda do segundo elétron, conforme a Figura 4 leva a formação do ácido dehidroascórbico (ROIG et al., 1993; ABE et al., 1987 citado por PENTEADO 2003, p. 206).

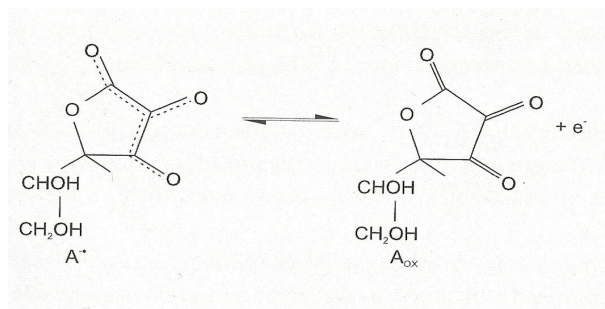


Figura 4- Formação do ácido dehidroascórbico.
Fonte: Penteado, 2003, p. 206.

“A reação de decomposição do ácido dehidroascórbico Figura 6 ocorre através da abertura do anel por hidrólise com a formação do 2,3-diceto-L-gulônico, que é considerada irreversível [...]”. (WASHKO et al. 1992 citado por PENTEADO 2003, p. 207).

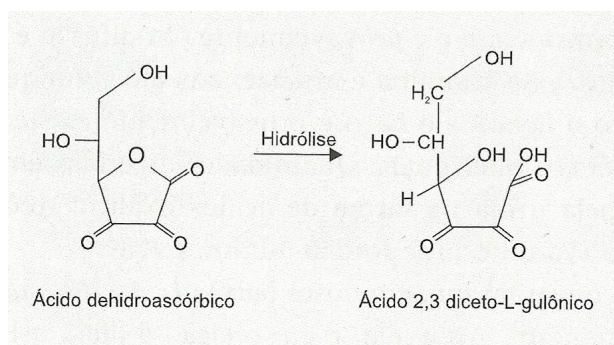


Figura 5- Reação de decomposição do ácido ascórbico.
Fonte: Penteado, 2003, p. 207.

4 BIODISPONIBILIDADE

A vitamina C é um componente essencial da maioria dos tecidos por ser uma molécula ácida e possuir forte atividade redutora de açúcares (hexoses), que pode ser sintetizada a partir de açúcares (hexoses) como a glicose, sendo que a enzima final no caminho biossintético é a L-gulonolactona oxidase. (PENTEADO, 2003).

O intestino humano absorve facilmente o ácido ascórbico por um mecanismo ativo e provavelmente por difusão é transportado para o sangue. A vitamina é armazenada até certa quantidade em tecidos, como o fígado e o baço, e provavelmente existe um controle dos níveis séricos. Ingerindo grandes quantidades, a vitamina C é excretada pela urina na forma de ácido oxálico, treônico e dehidroascórbico (OLIVEIRA, 1998).

Oliveira (1998) relata a vitamina C como um estimulante na absorção de ferro, que com sua atividade redutora mantém o ferro em Fe^{2+} .

Estudos mostram que em doses baixas (< 30mg/dia), a vitamina C é completamente absorvida, e em relação à dieta usual (30 a 180 mg/dia) é absorvida cerca de 70 a 90%. Ocorrem quedas significativas de 50% na absorção da vitamina C na dose de 1,5 g e de 16% com a dose de 12 g. (ROCK et al., 1996 citado por PENTEADO, 2003, p. 208).

As pessoas que ingerem grandes quantidades de vitamina C e que não são absorvidas podem sofrer de diarreia osmótica e desconfortos intestinais. (ROCK et al., 1996 citado por PENTEADO, 2003, p. 208).

Estudos comparando a biodisponibilidade do ácido ascórbico sintético com as formas naturais têm sido consistente. No total, cada vez mais são sugeridas que a forma sintética pura é mais disponível que a vitamina na sua forma natural, embora a questão ainda não tenha sido bem resolvida (ROCK et al., 1996 citado por PENTEADO, 2003, p. 208).

Penteado (2003) descreve que o ácido ascórbico pode ser encontrado facilmente em frutas cítricas e folhas cruas de vegetais, como os brócolos, laranja, limão, morango, repolho entre outros.

A Tabela 1 demonstra os teores de vitamina C de alguns alimentos.

Tabela 1 – Teores de vitamina C de alguns alimentos.

Alimentos	Vitamina C mg/100g
Couve-Flor	73,00
Brócolis	115,00
Alface	35,00
Couve	105,00
Repolho Roxo	50,00
Espinafre	52,00
Repolho Branco	45,18
Páprica	138,00
Tomate	24,54
Ervilha	25,00
Morango	64,00
Framboesa	25,00
Acerola	1.700,00
Laranja	49,35
Abacate	13,00
Caju	252,00
Goiaba	273,00
Kiwi	71,00

Fonte: Penteado, 2003, p. 209.

Conforme a Tabela 1, pode-se avaliar a variação de vitamina C entre alguns alimentos, onde a acerola apresenta o maior teor de vitamina C com 1.700 mg/100g e o abacate o de menor com apenas 13 mg/100g.

Substâncias como o ácido acetilsalicílico, o álcool, alguns medicamentos anticonvulsivantes e anticoncepcionais, a nicotina e o alcatrão, diminuem a absorção da vitamina C pelo organismo. O alcatrão destrói substâncias antioxidantes, que evitam a formação de tumores. Dessa forma, o alcatrão é um dos elementos que contribuem para a formação de câncer. As pessoas que fazem uso dessas substâncias têm necessidade de ingerir maiores quantidades de vitamina C, para não apresentarem sinais de carência da vitamina (SANTOS, 2007).

4.1 DEFICIÊNCIA DE VITAMINA C

A deficiência da vitamina C acarreta diversas anormalidades cutâneas, como: fragilidade dos capilares sanguíneos, deterioração das gengivas, bem como queda

dos dentes e fraturas ósseas, que podem ser atribuídas à síntese anormal do colágeno. (MURRAY, 2007).

McMurry (1996) descreve a deficiência da Vitamina C como um dos males entre os marujos da idade média, que com a falta de vegetais frescos eram suscetíveis à doença do escorbuto, acarretando em diversas mortes.

A Tabela 2 demonstra a ingestão dietética recomendada de Vitamina C, expressa em mg/dia.

Tabela 2 - Ingestão dietética recomendada de Vitamina C, expressa em mg/dia.

Crianças	Vitamina C
0-6 meses	40
7-12 meses	50
1-3 anos	15
4-8 anos	25
HOMENS	
9-13 anos	45
14-18 anos	75
19-30 anos	90
31-50 anos	T90
51-70 anos	90
>70 anos	90
MULHERES	
9-13 anos	45
14-18 anos	65
19-30 anos	75
31-50 anos	75
51-70 anos	75
>70 anos	75
GESTAÇÃO	
≤18 anos	80
19-30 anos	85
31-50 anos	85
LACTAÇÃO	
≤18 anos	115
19-30 anos	120
31-50 anos	120

Fonte: Penteado, 2003, p. 211.

A Tabela 2 pode-se observar que nas mulheres gestantes e lactantes o consumo recomendado é maior, já que é necessário transportar nutrientes (vitamina C) para a criança durante a gestação e pós-parto.

Para o crescimento e desenvolvimento do feto e placentário, a vitamina C exerce papel estrutural importante, como a participação da síntese do colágeno, necessário à integridade do tecido conjuntivo, cartilagens, matriz óssea, dentina, pele e tendões; já a sua deficiência está associada com a ruptura prematura de membranas e deslocamento prematuro da placenta. (MALTA et al., 2008).

Segundo Murray (2007), quando se ingeri mais de 100 mg por dia de vitamina C há a facilitação na absorção do ferro, que é necessário no nosso intestino.

5 EFEITOS DO PROCESSAMENTO E ESTOCAGEM

A vitamina C tem a tendência à oxidação química e enzimática durante o processamento, cozimento e estocagem dos alimentos, por isso a vitamina C, muitas vezes é encontrada na forma de ácido dehidroascórbico. (PENTEADO, 2003).

O ácido ascórbico quimicamente é um material branco, hidrossolúvel e cristalino, sendo facilmente oxidado pelo calor, ele também pode ser rapidamente oxidado pela presença do cobre e pelo pH alcalino. Com essas características a vitamina C é perdida na água do cozimento. (OLIVEIRA, 1998).

Como descreve Oliveira (1998), frutas e verduras têm perdas significativas de vitamina C durante o processamento e a exposição à luz.

Estudos feitos pela Embrapa constataram perdas de vitamina C em suco de laranja num período de 4 horas, onde analisou equivalente 100 g de suco de laranja em temperatura ambiente, na amostra inicial o suco apresentava 33 mg da vitamina referida, após 2 horas caiu para 28 mg e 4 horas depois 25 mg, tendo uma perda de 24% na vitamina C inicial.

À medida que diminui a temperatura do alimento que contém vitamina C aumenta-se a sua estabilidade. Sendo que, a máxima estabilidade é alcançada a temperaturas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. (ORDÓÑEZ, 2005).

Em uma pesquisa realizada com acerola *in natura*, os dados analisados demonstraram perda de 43% da vitamina C numa temperatura de $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ e de 19% a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ após 4 meses de armazenamento em relação ao teor inicial (YAMASHITA et al., 2003).

Em alimentos embalados na qual o oxigênio foi retirado do espaço livre, estocados a baixa temperatura e não exposto a luz, a vitamina C é muito estável. (PENTEADO, 2003).

Durante o armazenamento de sucos concentrados, o congelamento é uma etapa necessária para evitar as reações de escurecimento não-enzimático. O suco de laranja concentrado possui altos níveis de ácido ascórbico quando comparado com sucos de maçã e de uva, por isso o seu escurecimento é mais rápido. (ARAÚJO, 2001).

Para evitar o escurecimento e perdas de vitamina C em frutas e hortaliças utiliza-se o dióxido de enxofre (SO_2) no processamento e armazenamento. Esse gás

exerce um efeito protetor no alimento devido ao seu caráter redutor. (ORDÓÑEZ, 2005).

6 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no laboratório de Química da USC (Universidade Sagrado Coração) e no laboratório industrial da Usina JJ.

6.1 MATERIAIS

As amostras analisadas foram de suco de laranja *in natura*, desidratado e pasteurizado.

Os sucos foram preparados da seguinte forma:

- Suco de laranja *in natura* foi espremida e peneirada.
- O suco desidratado foi diluído em 1000 mL conforme descrito na embalagem.
- O suco pasteurizado foi agitado conforme descrito na embalagem.

6.2 MÉTODOS

As análises físico-químicas realizadas foram: pH, sólidos solúveis totais (SST), Acidez titulável e vitamina C. Todas as análises foram feitas em duplicatas.

6.2.1 pH

O pH foi determinado por pHmetro digital (Digimed, modelo DM-22), após a homogeneização da amostra, num béquer de 100 mL, contendo 50 mL. (SÃO PAULO, 2005).

6.2.2 Sólidos solúveis totais (SST)

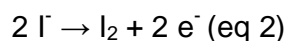
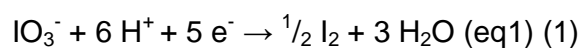
O teor de sólidos solúveis (SST) foi determinado em refratômetro (Abbe Tipo WYA), após a homogeneização da amostra. (SÃO PAULO, 1985).

6.2.3 Acidez titulável

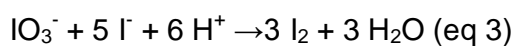
A acidez titulável foi determinada por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,1 N e fenolftaleína 1% como indicador. (SÃO PAULO, 2005).

6.2.4 Vitamina C

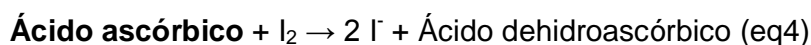
O teor de Vitamina C foi avaliado pela oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio, em amostras com mais de 5 mg da vitamina e baseia-se na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio, como mostra a reação (1). (SÃO PAULO, 2005).



↓



↓



Primeiramente foi feito uma prova em branco.

Em seguida, com auxílio de uma balança analítica, foram pesados 15 mL de cada amostra num béquer de 50 mL e o conteúdo foi transferido para erlenmeyer de 250 mL contendo 50 mL de água destilada e 10 mL de solução de ácido sulfúrico 20%. As amostras foram homogeneizadas e filtradas, conforme a Figura 6.



Figura 6: Filtração do suco de laranja.
Fonte: Elaborado pela autora.

Após a filtração foi adicionado 1 mL da solução de iodeto de potássio 10% e 1 mL da solução de amido 1%, para posteriormente realizar a titulação com iodato de potássio 0,01 M, conforme a Figura 7, até o ponto de viragem com coloração azulada, conforme a Figura 8.

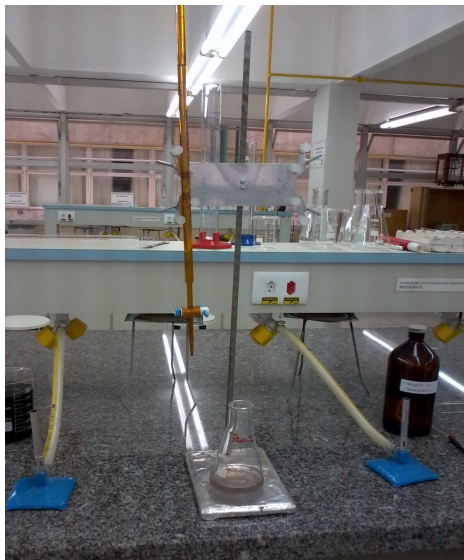


Figura 7: Suco de laranja após titulação.
Fonte: Elaborado pela autora.

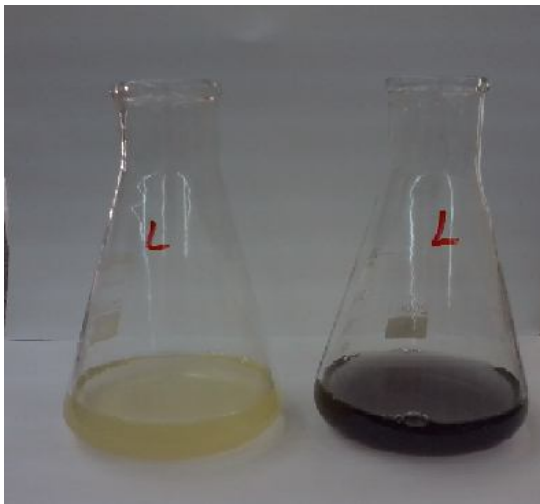


Figura 8: Suco de laranja antes e após a titulação.
Fonte: Elaborado pela autora.

O teor de vitamina C foi determinado pela equação (1).

$$\text{Vitamina C} = \frac{V \times F}{P} \times 100 \text{ (mg/ 100 mg) (1)}$$

Onde:

V = volume de iodato gasto na titulação

F = fator de correção

P = gramas da amostra

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 pH, SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) E ACIDEZ TITULÁVEL

Os resultados de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável das amostras analisadas estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de acidez titulável, °Brix e pH, nas amostras de suco de laranja.

Amostra	Acidez (%)	SST (°BRIX)	pH
<i>In natura</i>	0,76±0,04	10,6±0,00	4,10±0,01
Desidratado	0,66±0,02	2,9±0,00	2,84±0,02
Pasteurizado	0,62±0,03	11,0±0,00	3,51±0,01

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Tabela 3, observa-se que os valores de pH dos sucos variam entre 2,84 e 4,10. Silva et al., (2005) encontrou valores de pH, entre 3,51 e 4,02 para sucos industrializados. O baixo pH do suco desidratado e pasteurizado está relacionado com a adição de ácido cítrico durante o processamento, conforme descrito na tabela nutricional. O MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária do Abastecimento) não estabelece um valor mínimo de pH como padrão de identidade e qualidade para o suco de laranja.

A acidez titulável, expressa em porcentagem de ácido cítrico por 100 mL de suco, variou entre 0,62 e 0,76. Santos et al., (2009) encontrou acidez de 0,65 para sucos pasteurizado.

A acidez titulável presente nos sucos de laranja *in natura*, e industrializados se encontra dentro da faixa de acidez para sucos (0,5 a 1,5%). (FILHO, 2005 citado por SANTOS et al., 2009).

Os sólidos solúveis totais tiveram variações entre 2,9 e 11,0 °Brix, sendo o de maior valor o suco pasteurizado. O auto °Brix do suco pasteurizado está relacionado com a adição de açúcares no processo, assim como descrito na embalagem o suco em questão já vem adoçado, já o suco desidratado apresentou um baixo °Brix, assim como descrito na embalagem, não houve adição de açúcares.

De acordo com as normas do MAPA, o suco de laranja deve apresentar o valor mínimo de 10,5 °Brix. O suco *in natura* que apresentou o valor de 10,6 °Brix está dentro das especificações, ao contrario do desidratado que apresentou o valor de 2,9 °Brix estando fora das especificações.

7.2 TEOR DE VITAMINA C

Os teores de vitamina C em diferentes sucos de laranja estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Teores de vitamina C nas amostras de suco de laranja.

Amostra	Teor de vitamina (mg/ 100 mg)
<i>In natura</i>	42,42±4,86
Desidratado	11,60±5,44
Pasteurizado	87,04±5,13

Fonte: Elaborado pela autora.

Pela Tabela 4, nota-se que o suco desidratado apresentou menor teor de vitamina C que o *in natura* e menor ainda que o pasteurizado.

No suco de laranja *in natura* foi encontrado o teor de 42,42 mg/ 100 mg de ácido ascórbico, dentro do declarado pelo MAPA que é de no mínimo 25,00 mg/ 100 mg e próximo ao declarado por Penteado que é de 49,35 mg/ 100 mg.

Silva et al., (2005) encontrou o valor médio de 6,87 mg/ 100 mg de vitamina C entre os sucos desidratados no sabor laranja.

No suco desidratado analisado foi encontrado o valor de 11,60 mg/ 100mg, acima do encontrado por Silva.

No pasteurizado foi encontrado o valor de 87,04 mg/ 100 mg, acima dos demais sucos analisados. De acordo com a embalagem, o suco em questão, foi enriquecido com ácido ascórbico em sua composição elevando assim o seu alto teor de vitamina C em relação aos outros sucos.

O MAPA não determina o teor de vitamina C mínimo em sucos industrializados.

Atualmente indústrias alimentícias acrescentam aos sucos ácido ascórbico em sua composição, a fim de repor a vitamina referida que é perdida durante o processo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, o suco de laranja pasteurizado apresentou alto teor de vitamina C, 87,04 mg/ 100 mg, se comparado com o *in natura* e o desidratado que foi de 42,42 mg/ 100 mg e 11,60 mg/ 100 mg, respectivamente. O alto teor desta vitamina no suco pasteurizado pode estar relacionado com a sua adição após o processamento.

Os sucos industrializados apresentaram pH ácido devido á adição de acido cítrico.

O °Brix do suco *in natura* está dentro das especificações, o suco pasteurizado apresentou alto teor de °Brix, sendo que este pode estar relacionado com a adição de açucares durante o processo, já o suco desidratado apresentou baixo °Brix e constatou que não houve a adição de açucares no processo.

Os valores de acidez encontrados nas amostras estão todas dentro do recomendado para sucos cítricos.

Os sucos *in natura* ou pasteurizado para o consumo podem ser considerados como importante fonte de vitamina C. Ao contrario do suco desidratado, que de acordo com as análises apresentou teores de vitamina C inferior ao recomendado diariamente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. M. J. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2001.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CITRICOS. Produção industrial. **CITRUS BR**, c2012. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/setor/artigo150839-3.asp>>. Acesso em: 16 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Instrução normativa n. 1, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, DF. 10 jan. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7777>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

CORREIAS, L. F. M. et al. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitamina. **Aliment. Nut.**, Araraquara, v.19, n.1, p. 83-95, 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/204/209>>. Acesso em: 15 out. 2012.

FAVA, M. Produção de Suco. **CITRUS BR**, c2012. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com/exportadores-citricos/producao-de-suco/historico-262683-1.asp>>. Acesso em: 25 set. 2012.

HUNTER, C. **As vitaminas e a saúde**. Lisboa: Editora Presença Lda, 1978.

MALTA, M. B. **Utilização das recomendações de nutrientes para estimar prevalência do consumo insuficiente de vitaminas C e E em gestantes**. Rev Bras Epidemiol, Botucatu, 2008. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rbepid/v11n4/05.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2012.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1977.

MURRAY, K. R.; GRANNER, K. D.; RODWELL, W. V. **Harper Bioquímica Ilustrada**. 27 ed. Porto Alegre: Editora Sandra Barreto de Carvalho, 2007.

NEVES, M. E. et al. **Citricultura Brasileira: Efeitos Econômicos – Financeiros, 1996 – 2001**. Joboticabal, Rev. Bras. Frutic. v. 23 n. 2, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452001000200048&script=sci_arttext>. Acesso em: 02 nov. 2012.

OLIVEIRA, C. J. et al. **Características Microbiológicas do suco de Laranja *in natura***. Campinas, Cienc. Tecnol. Aliment. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n2/30167.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2012.

OLIVEIRA, D. E. J. **Ciência Nutricional**. São Paulo: Editora: Sarvier Editora de Livros Médicos Ltda, 1998.

ORDÓÑEZ, A. J. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PENTEADO, M. V. C. **Vitaminas: Aspectos Nutricionais, Bioquímicos, Clínicos e Analíticos**. Barueri: Editora Manoele Ltda, 2003.

PEREIRA, V. R. **Ácido ascórbico – características, mecanismos de atuação e aplicações na indústria de alimentos**. Pelotas, RS: [s.n.], 2008.

ROSA, J. S. Embrapa descobre em quanto tempo frutas perdem vitamina C. **Globo.com.**, 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bomdiabrasil/0,,MUL1365706-16020,00.html>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

SANTOS, C. G. A. O poder da vitamina C. **A Razão**, Santa Maria, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.arazao.net/razao0207/pagina008.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2012.

SANTOS, V. S. **Estudo comparativo das características físico-químicas de sucos de laranja *in natura*, pasteurizado e concentrado**. 2008. 39f. Trabalho de aproveitamento de disciplina (Graduação de Química de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Instituto Adolfo Lutz – IAL. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985.

_____. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2005.

SILVA, T. P. et al. Sucos de laranja industrializados e preparados sólidos para refrescos: Estabilidade química e físico-química. Campinas, SP. **Cienc. Tecnol. Aliment.** 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n3/27033.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

YAMASHITA, F. et al. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. Campinas, SP. **Cienc. Tecnol. Aliment.** 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v23n1/18262.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2012.