



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**Núcleo de Pesquisa de Novas Tecnologias de Comunicação**  
**Aplicadas à Educação**  
**ESCOLA DO FUTURO**

**ENSINO DE CIÊNCIAS VIA TELEMÁTICA**

# **PROJETO FRUITS**

**ESCOLA TÉCNICA**

Coordenador Geral: Prof. Dr. Nelio M. V. Bizzo  
Proposta Inicial do Projeto: Prof. Marcelo Giordan  
Coordenador do Projeto: Prof. Maurício da Silva Morais

1997

## 1- INTRODUÇÃO

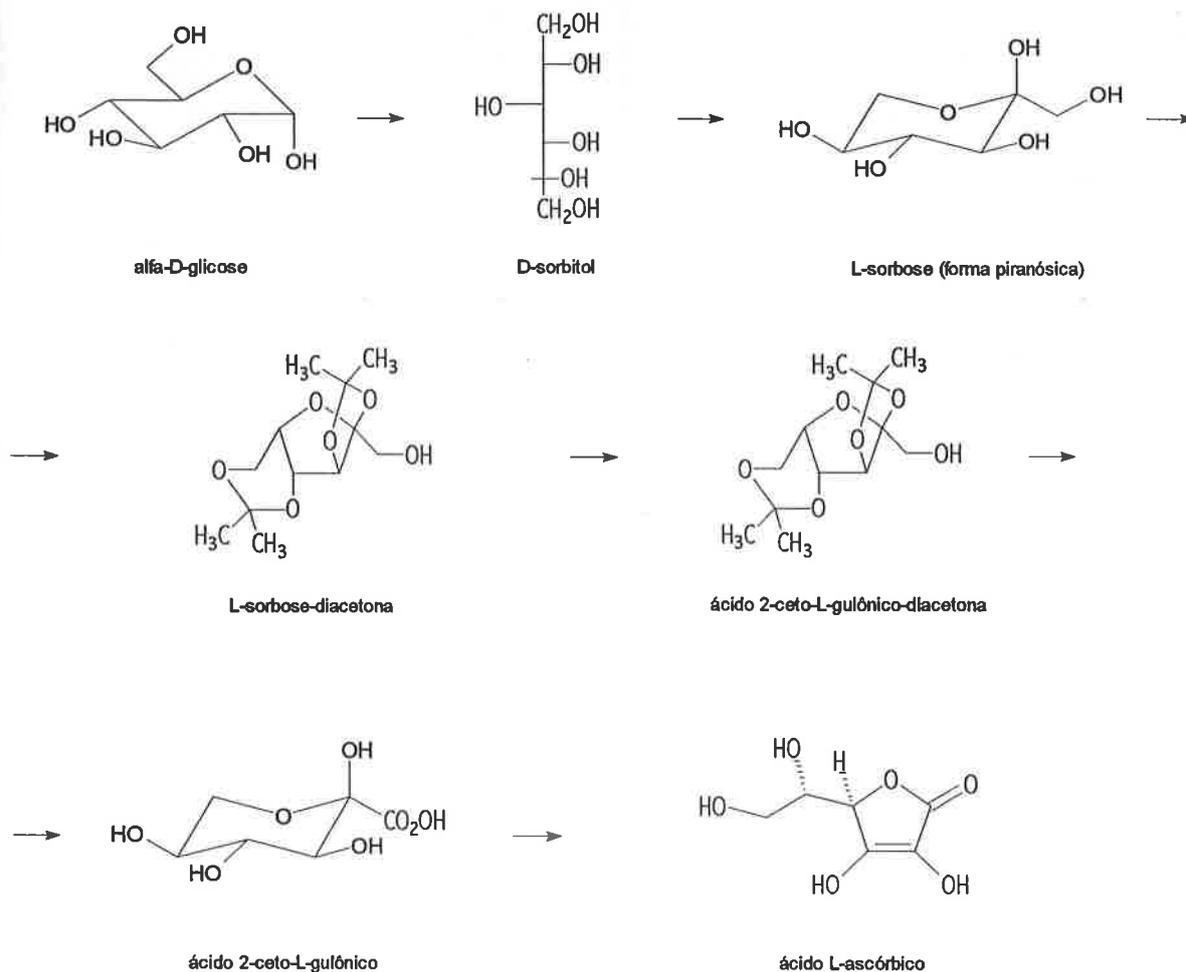
### **1.1- A VITAMINA C: Um pouco de História**

O livro *The History of Scurvy and Vitamin C* de K. J. Carpenter fala das teorias e problemas do escorbuto através da história (1). O escorbuto afetou muitas pessoas no Egito antigo, Grécia e Roma e, provavelmente, era conhecido por Hipócrates e pelo naturalista romano Plínio. O escorbuto influenciou o curso da história por causa da dieta que os soldados e marinheiros tinham durante as campanhas militares ou longas viagens pelos oceanos que, em geral, não apresentavam quantidades suficientes de vitamina C (2), pois não dispunham de frutos e vegetais frescos e, por isso, o número de baixas era muito grande. Em algumas semanas muitos destes soldados e marinheiros apresentavam sangramento nas gengivas, dentes soltos, hemorragias, juntas doloridas, letargia e feridas que não cicatrizavam - estes são os sintomas do escorbuto (3). Ao final da Idade Média o escorbuto tornou-se epidêmico no norte e centro da Europa. Entre 1556 e 1857, 114 epidemias de escorbuto foram descritas em vários países, ocorrendo a maior parte durante o inverno, quando frutas e vegetais frescos não se encontravam disponíveis. Nesse período, entre 1500 e 1900, mais de 2 milhões de marinheiros morreram de escorbuto (1).

Dos relatos mais importantes sobre os primeiros tratamentos sistemáticos contra o escorbuto podemos citar o livro de James Lind, cirurgião da Marinha Real da Inglaterra, *A Treatise of the Scurvy* de 1753 (4), onde a laranja e o limão foram apontados como os remédios mais efetivos contra a doença. Saltando para o século XX, o conceito de uma vitamina antiescorbútica foi postulado em 1912 por Funk, depois que Axel Holst e Teodor Frölich, em 1907, induziram escorbuto em cobaias (5). Zilva e seus colaboradores isolaram a atividade antiescorbútica de limões *in natura* em 1921, a qual era facilmente destruída por oxidação e

protegida por agentes redutores como o 2,6-dicloroindofenol (6). Como os fatores de crescimento haviam sido chamados de “A” e “B” por McCollum, a proposta de J. C. Drummond de chamar o fator antiescorbútico de “C” foi aceita, o qual posteriormente tornou-se “vitamina C” (7, 8). O primeiro isolamento da vitamina C foi obtido pelo cientista húngaro Albert Szent-Györgyi em 1928, que trabalhava com a natureza das oxidações dos nutrientes e sua relação com a produção de energia. Ele isolou um fator redutor de glândulas supra-renais em forma cristalina, o qual ele batizou de “ácido hexurônico”, um derivado da  $\alpha$ -D-glicose cuja fórmula empírica é  $C_6H_8O_6$  (Esquema I; 9,10). Na mesma época, em 1932, King e Waugh encontraram um composto idêntico no suco de limão (11). Pouco depois, em 1933, Hirst e Haworth anunciaram a estrutura da vitamina C (Esquema I; 12) e sugeriram, em conjunto com Szent-Györgyi, a mudança do nome para ácido L-ascórbico, por inferência às suas propriedades antiescorbúticas (em 1965 a IUPAC confirmou o uso dos nomes ácido ascórbico ou ácido L-ascórbico para a vitamina C; 13). No mesmo ano de 1933 T. Reichstein e colaboradores publicaram as sínteses do ácido D-ascórbico e do ácido L-ascórbico, que ainda hoje formam a base da produção industrial de vitamina C (14). Ficou provado que o ácido L-ascórbico sintetizado possui a mesma atividade biológica da substância isolada de tecidos naturais. Em 1937 Haworth (Química) e Szent-Györgyi (Medicina) foram agraciados com o prêmio Nobel por seus trabalhos com a vitamina C.

Mais recentemente, o cientista e 2 vezes prêmio Nobel, Linus Pauling gerou muita controvérsia ao afirmar que altas doses diárias de vitamina C poderiam estar associadas ao tratamento profilático de doenças como a gripe (15) e o câncer (16). Pauling praticava o que pregava, tendo gradualmente aumentado sua suplementação diária de vitamina C de 3 g/dia, nos anos 60, para 18 g/dia nos anos 90 (17).



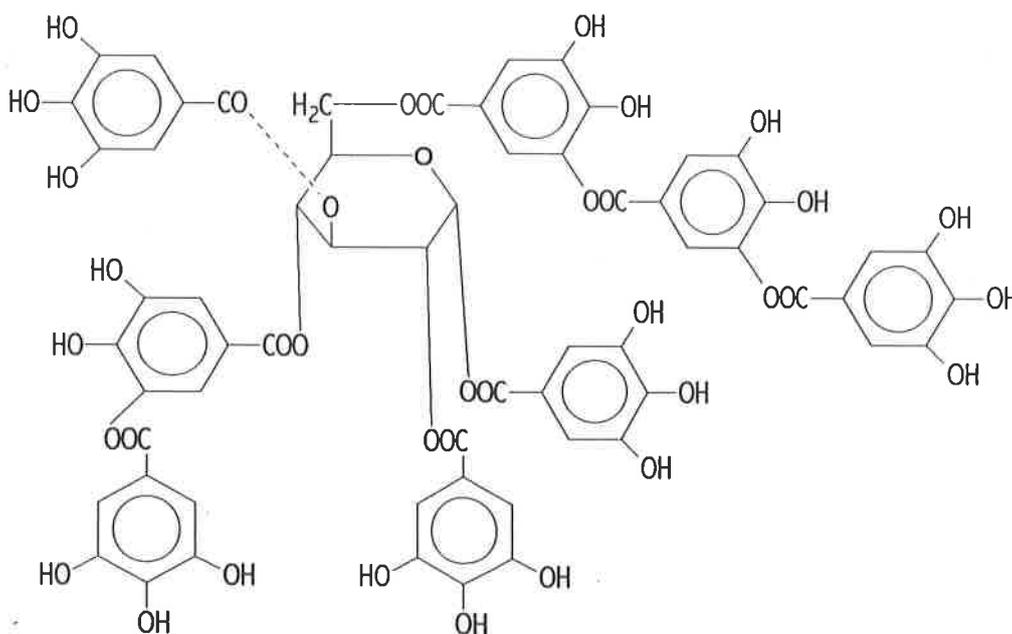
**Esquema I- Síntese química do ácido L-ascórbico.**

## 1.2- OS TANINOS, A MATURAÇÃO DOS FRUTOS E A VITAMINA C

Depois da descoberta da vitamina C muita literatura, leia-se pesquisa, tem sido e continua sendo produzida sobre essa vitamina e sua contribuição para o bem estar da saúde do ser humano. Dessas pesquisas descobriu-se que o teor de vitamina C (mg/100g) diminui durante o amadurecimento da grande maioria dos frutos (3), uma das fontes de vitamina C junto com os vegetais. Se pensarmos apenas na vitamina C, a primeira idéia seria de consumirmos os frutos verdes por estes possuírem maior teor de vitamina C que o mesmo fruto maduro; a Natureza porém é mais sábia do que o homem... Os frutos não alimentam só os seres humanos, eles servem de alimento para animais de todas as espécies, de

morcegos a mosquitos. Eles também tem uma função fundamental que é manter as condições ideais para que as sementes dessas plantas frutíferas cresçam e, no momento certo, possam produzir novas plantas.

Por conta da depredação nociva à planta, que seria ter o seu fruto consumido antes do tempo, e por vários outros motivos, a planta também produz uma classe de compostos conhecidos como taninos (Esquema II) que, por suas características adstringentes, tornam os frutos verdes pouco agradáveis de serem consumidos (18). Os taninos também podem ser muito perigosos para os animais superiores, portanto para os seres humanos. O consumo crônico de grandes quantidades de certos taninos pode gerar danos às superfícies gastrointestinais. Durante o amadurecimento, o teor desses taninos (mg/100g), na maioria dos frutos, diminui e a perda da adstringência tem sido associada com a interação dos taninos solúveis com outros componentes dos frutos. Alguns tipos de taninos podem agir como antioxidantes protegendo, por exemplo, a degradação da vitamina C (18).



**ESQUEMA II-Estrutura do gallotanino, um dos primeiros taninos conhecidos.**

## **2.- AS ANÁLISES DE VITAMINA C E DE TANINOS NO PROJETO FRUITS E O CONTEXTO CURRICULAR**

O Projeto FRUITS sugere como proposta o desenvolvimento de tópicos do conteúdo curricular de química, a partir do acompanhamento do processo de maturação de frutos. Através da análise dos teores de vitamina C, por iodometria, e de taninos, ao longo do estágio de maturação de alguns frutos, propicia-se a execução de experimentos, sobre os quais assentam-se discussões dos seguintes tópicos do conteúdo:

- reações de óxido-redução;
- estequiometria;
- solubilidade;
- soluções;
- concentração de soluções;
- titulação;
- indicadores;
- complexos em solução;
- velocidade das reações;
- funções orgânicas.

O Brasil é um país tropical que conta com uma enorme diversidade de frutos, alguns típicos de cada região, que estão diretamente ligados aos hábitos alimentares e, muitas vezes, dependentes da origem dos colonizadores dessas regiões. O Brasil também é um país de dimensões continentais, cuja distribuição demográfica é extremamente distorcida pela concentração de população em alguns grandes centros urbanos como as capitais dos estados. Esse fator faz com que os alimentos nem sempre sejam produzidos próximos à esses centros urbanos e, devido às condições de transporte, armazenamento e comercialização, compromete-se de alguma forma a qualidade do alimento até que este chegue ao consumidor. Mesmo depois de chegar à casa do consumidor o armazenamento desse alimento até o seu consumo efetivo também afeta sua qualidade.

Como o Projeto FRUITS também possui uma abordagem interdisciplinar, uma contextualização histórico-geográfica, relacionada com a importância da vitamina C na dieta do ser humano, pode ser fonte geradora de pesquisas complementares, sobre os frutos analisados, com os seguintes temas propostos:

- hábitos alimentares regionais;
- origem, produção e consumo;
- transporte, armazenamento e comercialização;
- a vitamina C e a saúde do ser humano;
- os taninos e a indústria de couros.

Pode-se perceber, desta forma, que a natureza do problema colocado permite o desenvolvimento integrado de conteúdos do conhecimento de diversas disciplinas do currículo escolar de 1º e 2º graus. Esta situação permite tanto adaptar os procedimentos associados ao desenvolvimento do Projeto FRUITS a um contexto escolar particular, como também integrar diversas unidades escolares com o objetivo maior de partilhar experiências comuns relevantes à compreensão da questão alimentar no planeta. Nesse sentido, o uso de redes interligadas de computadores (como a Internet) permitirá que, a partir dos dados experimentais obtidos pelos alunos em cada unidade escolar, esses temas sejam discutidos de forma mais abrangente e em tempo real. A contribuição da telemática é decisiva para que os objetivos propostos sejam atingidos, uma vez que a transposição de barreiras do processo de ensino-aprendizagem e a socialização dos conhecimentos gerados pelos alunos são nossas principais metas.

### **3- ACOMPANHANDO O PROCESSO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM**

Um estudo complementar, da influência das condições de armazenagem sobre os teores de vitamina C e taninos durante o processo de maturação dos frutos, pode ser realizado simulando diferentes ambientes, por onde esses frutos costumam ser transportados e estocados até que sejam efetivamente consumidos.

Para este estudo propomos que sejam testados 4 tipos de armazenagem:

- armazenagem em ambiente externo aberto;
- armazenagem em ambiente interno aberto;
- armazenagem em ambiente interno fechado (“caixa”);
- armazenagem em geladeira.

Os frutos, para este tipo de simulação, deverão estar em um estágio de maturação semelhante e, portanto, verdes ou pouco maduros. Em cada simulação utilizam-se 4 frutos, sendo que dois serão analisados como referência no dia do início do teste e os outros dois após 7-14 dias, dependendo do estágio de maturação inicial das amostras.

## **4- ROTEIROS DAS PRÁTICAS**

### **4.1- VITAMINA C EM FRUTOS<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>- Adaptado de: da Silva e col. (1995) A procura da vitamina C. *Química Nova na Escola*. No 2, pp. 31-32.

#### **4.1.1-Objetivos:**

- Determinar o teor de vitamina C em sucos de frutos frescos, sucos industrializados e/ou concentrados;

- Verificar a alteração do teor de vitamina C durante o processo de maturação:

- Verificar a alteração do teor de vitamina C sob diferentes condições de armazenagem do fruto.

#### **4.1.2-Material e Reagentes (por grupo)**

- 1 KIT-FRUITS:
  - 50 mL de solução  $7 \times 10^{-5}$  mol/L de azul de metileno
  - 50 mL de suspensão 0,25% (m/m) de ácido tânico
  - 50 mL de solução tampão de fosfato de potássio 0,2 mol/L
  - 100 mL de solução alcoólica de iodo 1% (m/m)
  - 5 conta-gotas (pipetas pasteur de plástico)
  - 1 seringa descartável de 5 mL
  - 2 seringas descartáveis de 10 mL
  - 1 seringa descartável de 20 mL
- 1 béquer de 600 mL
- 2 béqueres de 250 mL
- 4 erlenmeyers de 125 mL
- 1 proveta de 100 mL
- 1 bureta de 25 mL
- 1 funil de vidro
- pipetas de 5 mL (2) e 20 mL (1).
- 1 espátula
- 1 bico de bunsen (ou forno microondas)
- 1 caixa de fósforos
- 1 termômetro
- 1 balão volumétrico de 1L
- 1 espremedor de frutas (pode ser manual)
- 1 faca
- 1 coador pequeno
- 1 liquidificador (só para matrizes com polpa)
- 1 balança (para matrizes com polpa ou concentrados)
- 1 porta filtros tipo *Melitta*<sup>®</sup> (só para matrizes com polpa)
- 1 caixa de filtros de papel tipo *Melitta*<sup>®</sup> (só para matrizes com polpa)
- 1 tubo de comprimidos efervescentes de vitamina C de 1 g

- 1 pacote de amido de milho (*Maizena*<sup>®</sup>) ou amido solúvel P.A.
- 1 L de água destilada
- as matrizes a serem analisadas (laranja, limão, kiwi, cajú ou acerola) ou os respectivos sucos ou concentrados

#### **4.1.3-Roteiro (LEIA TODO O ROTEIRO ANTES DE INICIAR A EXPERIÊNCIA)**

1. Em um béquer de 600 mL colocar 250 mL de água destilada, aquecer com o bico de bunsen (ou forno microondas) até aproximadamente 70-80°, retirar do aquecimento e, então, adicionar uma espatulada de amido de milho (*Maizena*<sup>®</sup>). Agite a suspensão enquanto esta estiver resfriando, até atingir a temperatura ambiente (em banho de água corrente, sem colocar em banho de gelo).
2. Em um balão volumétrico de 1 L coloque água destilada até a metade. Quebre um comprimido efervescente de vitamina C de 1 g, em 4 partes, e coloque-as para dissolver dentro do balão. Depois de dissolvido, complete o volume do balão até 1 L com mais água.
3. Em 4 erlenmeyers de 125 mL, numerados de 1 a 4, coloque 20 mL da suspensão de amido em cada um com uma pipeta de 20 mL.
4. Processe a matriz do fruto escolhido para a análise da seguinte forma:
  - a- se for uma matriz que fornece suco (laranja; limão), use o espremedor e depois a peneira para coar o suco obtido;
  - b- se for uma matriz com polpa (kiwi; cajú; acerola), bata 50 g da matriz com 200 g de água filtrada no liquidificador (total 250 g), por 1 minuto, depois passe pelo filtro de papel (recolha no béquer de 250 mL) e utilize o filtrado;
  - c- se for suco industrializado ou concentrado, após homogeneização, retire 50 g da embalagem e prepare como recomendado pelo fabricante no rótulo.
5. Ao erlenmeyer 1 adicione 5 ml de água destilada; use a pipeta de 5 mL.

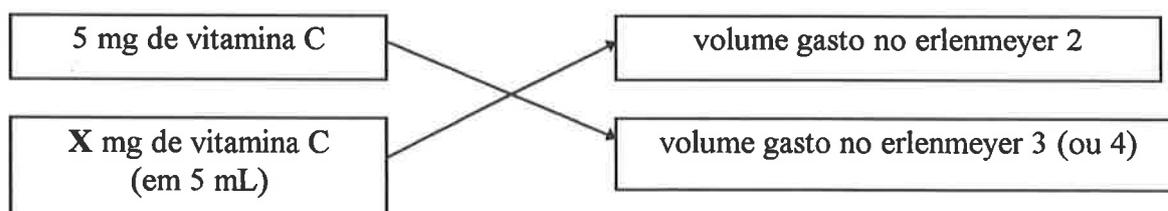
6. Ao erlenmeyer 2 adicione 5 mL da solução de vitamina C (padrão); use a pipeta de 5 mL.

7. Aos erlenmeyers 3 e 4 adicione 5 mL do suco ou filtrado da matriz escolhida (experimento em duplicata); use a pipeta de 5 mL.

8. Utilizando uma pipeta pasteur de plástico, adicione uma gota da solução alcoólica de iodo a 1% no erlenmeyer 1 e agite. Se a coloração azul/roxa desaparecer adicione mais uma gota e agite.

9. Titule os erlenmeyers de 2 a 4, utilizando a bureta, interrompendo a adição da solução de iodo quando a coloração azul não mais desaparecer com a agitação (agite por mais ou menos 30 segundos); anote o volume da solução de iodo gasta em cada erlenmeyer.

10. Complemente seus estudos transformando os valores para mg de vitamina C por 100 g de suco (como no exemplo abaixo) e comparando com tabelas ou com o rótulo do produto.



$$X \text{ mg de vitamina C (em 5 mL)} = \frac{5 \text{ mg} \times \text{volume gasto no erlenmeyer 3 ou 4}}{\text{volume gasto no erlenmeyer 2}}$$

Multiplicando X por 20 obteremos então o teor de vitamina C em mg de vitamina C/100 g.

**OBS:** no caso de matrizes com polpa, multiplicar o resultado final calculado por 5, que é o fator de diluição.

11. Utilizando o *E-mail*, coloque os resultados obtidos na REDE e compare os seus resultados com os obtidos pelos outros grupos. Utilize também a REDE para esclarecer suas dúvidas, apresentar dados sobre as pesquisas complementares

realizadas, propor novas questões, conversar com outros grupos pelo *talk*, descrever dificuldades encontradas durante as análises, etc.

#### **4.1.4-Questionário Proposto**

- 1-) Comparando diferentes frutos, coloque-os em ordem crescente de teor de vitamina C.
- 2-) Comparando um fruto maduro com um fruto verde, do mesmo tipo, qual possui mais vitamina C?
- 3-) Para um mesmo tipo de fruto, a vitamina C é encontrada em maior quantidade no suco fresco da fruta natural, no suco industrializado ou no concentrado?
- 4-) Quando comparamos as amostras de um mesmo tipo de fruto, qual procedimento de armazenagem promoveu a maior alteração do teor de vitamina C? Nessas amostras, em relação ao fruto antes da armazenagem, o teor de vitamina C aumentou ou diminuiu?
- 5-) Quais variáveis foram alteradas em cada tipo de armazenagem testada?

## 4.2- TEOR DE TANINOS EM FRUTOS<sup>c</sup>

<sup>c</sup>- Adaptado de: Okuda *et al.* (1985) *Chem. Pharm. Bull.* 32, pp. 1424-1433.

### 4.2.1-Objetivos:

- Determinar qualitativamente o teor de taninos em sucos de frutos frescos, sucos industrializados e/ou concentrados;
- Verificar a alteração do teor de taninos durante o processo de maturação;
- Verificar a alteração do teor de taninos sob diferentes condições de armazenagem do fruto.

### 4.2.2-Material e Reagentes (por grupo)

- 1 KIT-FRUITS:
  - 50 mL de solução  $7 \times 10^{-5}$  mol/L de Azul de Metileno;
  - 50 mL de suspensão 0,25% (m/m) de Ácido Tânico
  - 50 mL de solução tampão de fosfato de potássio 0,2 mol/L
  - 100 mL de solução alcoólica de iodo 1% (m/m)
  - 5 conta-gotas (pipetas pasteur de plástico)
  - 1 seringa descartável de 5 mL
  - 2 seringas descartáveis de 10 mL
  - 1 seringa descartável de 20 mL
- 4 erlenmeyers de 50 mL (ou 4 béqueres de 50 mL)
- 2 béqueres de 250 mL
- 1 proveta de 100 mL
- pipetas de 2 mL (3) e de 5 mL (2)
- 1 espremedor de frutas (pode ser manual)
- 1 coador pequeno
- 1 liquidificador (só para matrizes com polpa)
- 1 faca
- 1 balança (para matrizes com polpa ou concentrados)
- 1 porta filtros tipo *Melitta*<sup>®</sup> (só para matrizes com polpa)
- 1 caixa de filtros de papel tipo *Melitta*<sup>®</sup> (só para matrizes com polpa)
- 1 L de água destilada (ou água filtrada)
- as matrizes a serem analisadas (laranja, limão, kiwi, cajú ou acerola) ou os respectivos sucos ou concentrados

### 4.2.3-Roteiro (LEIA TODO O ROTEIRO ANTES DE INICIAR A EXPERIÊNCIA)

1. Em 4 erlenmeyers, numerados de 1 a 4, coloque 1 mL da solução de tampão fosfato 0,2 mol/L em cada um com a pipeta de 5 mL.
2. Processe a matriz do fruto escolhido para a análise da seguinte forma:

a- se for uma matriz que fornece suco (laranja; limão), use o espremedor e depois a peneira para coar o suco obtido;

b- se for uma matriz com polpa (kiwi; cajú; acerola), bata 50 g da matriz com 200 g de água filtrada no liquidificador (total 250 g), por 1 minuto, depois passe pelo filtro de papel (recolha no béquer de 250 mL) e utilize o filtrado;

c- se for suco industrializado ou concentrado, após homogeneização, retire 50 g da embalagem e prepare como recomendado pelo fabricante no rótulo.

3. Ao erlenmeyer 1 adicione 2 ml de água destilada; use a pipeta de 5 mL.

4. Ao erlenmeyer 2 adicione 2 mL da solução de ácido tânico (padrão); use a pipeta de 2 mL.

5. Aos erlenmeyers 3 e 4 adicione 2 mL do suco ou do filtrado da matriz escolhida (experimento em duplicata); use a pipeta de 2 mL.

6. Utilizando a pipeta de 2 mL, adicione 2 mL da solução de azul de metileno em cada um dos erlenmeyers e agite.

7. Compare as cores obtidas nos erlenmeyers 3 e 4 com as cores dos erlenmeyers 1 (água) e 2 (padrão de ácido tânico).

8. Utilizando o *E-mail*, coloque os resultados obtidos na REDE e compare os seus resultados com os obtidos pelos outros grupos. Utilize também a REDE para esclarecer suas dúvidas, apresentar dados sobre as pesquisas complementares realizadas, propor novas questões, conversar com outros grupos pelo *talk*, descrever dificuldades encontradas durante as análises, etc.

#### **4.2.4-Questionário Proposto**

1-) Comparando um fruto maduro com um fruto verde, do mesmo tipo, qual possui maior teor de taninos? Como você chegou à essa conclusão?

- 2-) Quando comparamos as amostras de um mesmo tipo de fruto, ocorreu alteração no teor de taninos entre os diferentes procedimentos de armazenagem?
- 3-) Quais variáveis foram alteradas em cada tipo de armazenagem testada?
- 4-) Comparando diferentes concentrados, coloque-os em ordem crescente de teor de taninos.

## **5.- BIBLIOGRAFIA**

1. Carpenter, K. J. (1986) The history of scurvy and vitamin C. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.
2. Hess, A. F. (1920) Scurvy, past and present. *J. B. Lippincott Co.*, Philadelphia - PA, USA.
3. Pinto e Silva, M. E. M. (1990) Teores de vitamina C em alimentos de consumo habitual na região de São Paulo. *Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, São Paulo-SP, Brasil.
4. Lind, J. (1753) A treatise on the scurvy. London, UK (republished by *Edinburgh University Press*, Edinburgh, UK - 1953).
5. Holst, A. & Frölich, T. (1907). Cambridge - UK. *J. Hyg.* **7**, 634-671.
6. Zilva, S. S. (1921) *Lancet.* **1**, 478.
7. Drummond, J. C. (1919) *Biochem. J.* **13**, 77-80.
8. Drummond, J. C. (1920) *Biochem. J.* **14**, 660.
9. Szent-György, A. (1928) *Biochem. J.* **22**, 1387-1409.
10. Svirbely, J. L. & Szent-György, A. (1932) *Biochem. J.* **26**, 865-870.
11. King, C. G. & Waugh, W. A. (1932) *Science* **75**, 357-358.
12. Haworth, W. N. & Hirst, J. (1933) *J. Soc. Chem. Ind.* **52**, 645-646.
13. IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature (1965) *Biochim. Biophys. Acta* **107**, 1-4.
14. Reichstein, T., Grüssner, A. & Oppenhauer, R. (1933) *Helv. Chim. Acta* **16**, 1019-1033.
15. Pauling, L. (1970) Vitamin C and the common cold. (referência encontrada no endereço Internet: <http://www.villaparkpharmacy.com/cldflu.htm>; Help protect yourself against cold, flu & infection. *Villa Park Pharmacy*. Villa Park - CA, USA.).

16. Pauling, L. & Cameron, E. (1993) *Cancer and vitamin C*. *Camion Books*, Philadelphia - PA, USA (referência encontrada no endereço Internet: [http://www.solgar.com/nutrition\\_library/reading.html](http://www.solgar.com/nutrition_library/reading.html); Recommended reading. *Solgar Vitamin and Herb Company Inc.* Leonia - NJ, USA).
17. Pauling, Linus (august 10, 1993) Linus Pauling lectures on vitamin C and heart disease (referência encontrada no endereço Internet: <http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/pauling-and-vitamin-c.html>; by Wooldridge, M (august 13, 1993) Linus Pauling lectures on vitamin C and heart disease. *Ernest Orlando Lawrence - Berkeley National Laboratory - University of California*. Berkeley - CA, USA).
18. Salunkhe, D. K., Chavan, J. K. & Kadam, S. S. (1990) *Dietary tannins: consequences and remedies*. *CRC Press, Inc.* Boca Raton - FL, USA.