

ALESSANDRA MENEGAIS RAMOS  
BRUNA MEINERZ  
KAMILA KARSTEN  
SABRINA HEMKEMEIER ILHA  
SCHEILA ELIZA KLITZKE  
VINICIUS DEMIKOVSKI  
YASMIN ANACLETO GOMES

**ANÁLISE DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO LIMÃO TAHITI (*CITRUS  
LATIFOLIA*)**

ALESSANDRA MENEGAIS RAMOS  
BRUNA MEINERZ  
KAMILA KARSTEN  
SABRINA HEMKEMEIER ILHA  
SCHEILA ELIZA KLITZKE  
VINICIUS DEMIKOVSKI  
YASMIN ANACLETO GOMES

**ANÁLISE DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO LIMÃO TAHITI (*CITRUS  
LATIFOLIA*)**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Juliano Ramos

Coorientador: Gabriel Beck de Albuquerque

Coordenador de fase: José Roberto Machado

JARAGUÁ DO SUL  
2017

## SUMÁRIO

<b>1 TEMA</b>	<b>3</b>
<b>2 DELIMITAÇÃO DO TEMA</b>	<b>3</b>
<b>3 PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>4 HIPÓTESES</b>	<b>4</b>
<b>5 OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>5.1 Objetivo Geral</b>	<b>4</b>
<b>5.2 Objetivos Específicos</b>	<b>4</b>
<b>6 JUSTIFICATIVA</b>	<b>4</b>
<b>7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>6</b>
<b>7.1 Corrosão</b>	<b>6</b>
<b>7.1.1 Oxidação e redução - Reações redox</b>	<b>7</b>
<b>7.1.2 Formas de corrosão em metais</b>	<b>8</b>
<b>7.1.3 Meios de corrosão</b>	<b>9</b>
<b>7.2 Metais</b>	<b>9</b>
<b>7.2.1 Ferro</b>	<b>10</b>
<b>7.2.2 Alumínio</b>	<b>11</b>
<b>7.3 Fruta</b>	<b>12</b>
<b>7.3.1 Limão</b>	<b>12</b>
<b>7.3.1.1 Limão Tahiti</b>	<b>13</b>
<b>7.3.2 Ácidos predominantes</b>	<b>16</b>
<b>7.4 Ácidos</b>	<b>17</b>
<b>7.4.1 Ácido ascórbico</b>	<b>17</b>
<b>7.4.2 Ácido cítrico</b>	<b>18</b>
<b>8 METODOLOGIA</b>	<b>20</b>
<b>8.1 Método e classificação da pesquisa</b>	<b>20</b>
<b>8.2 Materiais</b>	<b>20</b>
<b>8.3 Parte experimental</b>	<b>21</b>
<b>8.3.1 Soluções</b>	<b>21</b>
<b>8.3.2 Ensaio de corrosão</b>	<b>22</b>
<b>8.3.3 Descarte</b>	<b>24</b>
<b>9 CRONOGRAMA</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>25</b>

## **1 TEMA**

Análise da capacidade antioxidante do limão tahiti (*Citrus latifolia*).

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Análise da capacidade antioxidante do limão tahiti (*Citrus latifolia*) no processo corrosivo que ocorre no ferro.

## **3 PROBLEMA**

A corrosão - cuja forma mais conhecida é a ferrugem - é um processo químico que, conforme a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO) causa desgaste de materiais, sejam eles metálicos como o ferro e o alumínio, ou não metálicos como plásticos e o concreto (ABRACO, s/d). Em relação à economia, gastam-se aproximadamente 1% a 5% do Produto Interno Bruto (PIB) com despesas relacionadas à prevenção ou substituição de materiais susceptíveis a corrosão (CCTECHNOLOGIES, s/d, s/p *apud* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GALVANIZAÇÃO, s/d). Devido aos significativos prejuízos propiciados pelo processo corrosivo é importante propor metodologias para que esse seja amenizado. Entretanto, dentre os métodos utilizados, muitos fazem uso de diversas substâncias prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, por exemplo os compostos cromatos, os quais inclusive são proibidos em alguns países. Assim, pesquisas com foco na busca por inibidores alternativos têm sido propostas (LABORATÓRIO DE PESQUISA EM CORROSÃO (LAPEC), s/d), pois o uso de substâncias nocivas vêm sendo criticado na indústria em consequência da difusão de ideias sustentáveis que vem ocorrendo nos últimos anos. Deste modo, uma das alternativas é a utilização de frutas cítricas, as quais possuem alguns ácidos em sua composição que podem reduzir a atividade corrosiva ou até preveni-la. Contudo, os ácidos presentes nas frutas estão em baixa concentração, compreendendo uma parcela pouco significativa da composição dessas. Além disso, o comportamento dos ácidos nestas frutas pode se mostrar distinto do comportamento do ácido isolado. Portanto, questiona-se: como o limão age nos processos corrosivos em metais?

## **4 HIPÓTESES**

- O uso do limão em barras metálicas não influencia no processo de oxidação;
- O uso do limão promove a corrosão ao invés de atenuá-la;

- A acidez total do limão e sua capacidade de reduzir o processo de oxidação do metal são diretamente proporcionais;
- As substâncias presentes na casca do limão possuem maior potencial de prevenção de corrosão do que somente o seu sumo.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo Geral**

Analisar a capacidade do limão em prevenir e/ou retardar o processo corrosivo em metais.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Relacionar a massa da barra de ferro e o tempo de experimento;
- Realizar testes qualitativos entre as amostras para definir quais podem atenuar o processo de oxidação;
- Avaliar através de teste quantitativo qual das amostras terá maior eficácia contra o processo de oxidação;
- Comparar a eficiência do sumo e da casca do limão no retardo da oxidação;
- Quantificar o ácido cítrico e ascórbico nas amostras.

## **6 JUSTIFICATIVA**

Nos últimos tempos, avanços tecnológicos e científicos vêm possibilitando a criação de novos materiais com diversos constituintes, incluindo a inserção de componentes metálicos. Com isso surge maiores tendências a compreender e atenuar um dos principais problemas do produto metálico: a corrosão.

Estudos relacionados à corrosão são relativamente novos. No Brasil, as pesquisas que abordavam o assunto começaram a surgir em maior número na década de 90 (BOLINA *et al*, 2008) e com este breve período de investigações, têm-se uma porção de conhecimento considerável na área, entretanto ainda há muito em desenvolvimento. Um exemplo que valida essa afirmação é o fato de que grande parte dos produtos usados para inibir a corrosão acabam atenuando as problemáticas corrosivas ao mesmo tempo que advêm outros problemas de cunhos diversos. Deste modo, nota-se a necessidade de pesquisas na área, as quais podem

levar ao desenvolvimento de atenuadores de corrosão que não propiciem transtornos principalmente ao meio ambiente e à saúde.

O desperdício de frutas e hortaliças é muito recorrente nos dias atuais. De acordo com Ugalde e Nespolo (2015), o Brasil está entre os dez países com maior desperdício alimentício e, ao contrário do que muitos pensam, o problema abrange desde o plantio até o consumo, não sendo exclusivamente causado pelo gasto excessivo de comida nos domicílios (UGALDE; NESPOLO; 2015). Este quadro afeta toda a população, seja pelo aumento nos preços dos alimentos; pelos 10 milhões de pessoas que poderiam se alimentar de 35% da produção de alimentos que é desperdiçada no Brasil ou ainda pela porcentagem de 1,4% do Produto Interno Bruto (PIB) - 8,4 bilhões de dólares - que são gastos com a questão (LOUREIRO, 2004, s/p; CALDERONI, s/d, s/p *apud* GOULART, 2008, p. 285-286).

Outra questão importante é o vínculo da pesquisa com a química verde. Segundo a definição adotada pelo Comitê de Processos e Métodos Sintéticos da Comissão de Físico-química Orgânica da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC)<sup>1</sup>, química verde é “a invenção, design e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (ANASTAS; WARNER; 1998, s/p *apud* TUNDO *et al*; 2000; p. 1210). Com o fato de que este estudo busca averiguar se as frutas constituem uma possível alternativa ao uso dos inibidores de corrosão danosos, a pesquisa se adequa a esta definição. Além disso, o artigo “*Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview*” (2000) indica que desde a popularização ocorrida na década de 90, a química verde vem sendo cada vez mais propagada. Segundo o comitê, os princípios da química verde são uma forma inicial de lidar com o crescimento súbito do poder obtido através da tecnologia e da ciência no início do século XX (JONAS, 1984, s/p *apud* TUNDO *et al*. 2000). Agora, 17 anos após a publicação deste artigo, essas preocupações permanecem recorrentes.

Portanto, nota-se um ambiente propício para o estudo da atividade antioxidante das frutas cítricas, pois se une a necessidade de pesquisa relacionada à corrosão ao desperdício das frutas - o sumo não consumido ou a casca descartada pela grande maioria dos consumidores, por exemplo - , que podem servir para propósitos anti-corrosivos. Ademais, o leitor passa a ter uma maior ciência a respeito das questões tratadas ao longo do trabalho,

---

<sup>1</sup> *Working Party on Synthetic Pathways and Processes in Green Chemistry of the IUPAC Commission on Physical Organic Chemistry.*

visto a maior familiaridade para com os frutos e o processo corrosivo que geram a “ferrugem”, os quais denotam maior clareza e importância ao presente projeto.

## **7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1 Corrosão**

Corrosão, em geral, é um processo espontâneo, explicado pela eletroquímica<sup>2</sup>. Porém, são observadas certas confusões a respeito do que de fato é corrosão e onde isso acontece. Segundo Gentil (2014), pode-se definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos.

É importante frisar que estes materiais danificados não correspondem somente a metais, mas sim a outras substâncias não-metálicas. Têm-se como exemplo a corrosão do concreto por ação do sulfato e a perda de elasticidade da borracha causada pelo ozônio (GENTIL, 2014).

No entanto, o processo corrosivo, em sua maior parte, é observado com mais frequência em utensílios metálicos, visto a maior acessibilidade, contato e frequência de uso seu no cotidiano. O processo corrosivo progride através dos materiais até a sua destruição total (OLIVEIRA, 2012), desta forma, problemas relacionados à corrosão são muitos e estão presentes nas mais diversas formas, seja em nosso cotidiano ou em indústrias. Se tratando do ambiente doméstico, é comum a corrosão se manifestar em utensílios e eletrodomésticos. Já nas indústrias química, petrolífera, automobilística e naval, os danos e prejuízos são maiores, uma vez que causam perdas econômicas muito grandes devido a manutenção e a necessidade de substituir as peças que são danificadas (BRASIL, 2003). Porém, como afirma Gentil (2014), têm-se casos onde a corrosão se torna benéfica. Pode-se exemplificar o caso da fosfatização<sup>3</sup> de superfícies metálicas para permitir melhor aderência de tintas; o aspecto decorativo causado pela corrosão em esculturas de bronze; oxidação de aços inoxidáveis e de titânio, com formação das películas protetoras de óxido de cromo,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , e titânio;  $\text{TiO}_2$ .

---

<sup>2</sup> Segundo Dicionário Michaelis: é a ciência que trata das relações de energia entre os fenômenos químicos e elétricos.

<sup>3</sup> A fosfatização de metais é um processo pelo qual se transforma uma superfície metálica, que pode ser ferro, aço, zinco, ligas de zinco ou alumínio, numa superfície com uma camada de fosfato metálico.

### 7.1.1 Oxidação e redução - Reações redox

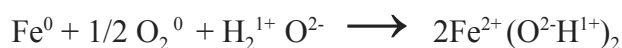
A fim de indicar métodos eficazes de proteção contra a corrosão e evitar falhas no projeto de controle da mesma, é necessário, primeiramente, esclarecer os mecanismos do processo corrosivo, uma vez que, nenhum desenvolvimento tecnológico abre mão do estudo teórico de seus fenômenos. Em seu livro “Corrosão” Gentil (2014), comenta sobre os fenômenos eletroquímicos que envolvem a corrosão e a importância de estudar as reações de oxidação e redução, assunto fundamental para melhor compreensão desses processos.

O autor afirma haver diferentes definições para explicar a oxidação e redução e neste presente trabalho, será usado o conceito em termo de elétrons e número de oxidação, a fim de que se tenha uma forma de compreensão mais simples e objetiva acerca do tema.

Reações de oxirredução são reações onde há variação no NOX<sup>4</sup>, sendo assim, sempre há perda ou ganho de elétrons de espécies químicas. Isto ocorre simultaneamente, ou seja, sempre que há perda de elétrons (oxidação) de uma espécie química, há também o ganho de elétrons (redução) para outra espécie química (GENTIL, 2014).

NOX ou número de oxidação corresponde a maneira que os químicos encontraram para definir a transição dos elétrons entre as espécies químicas, sendo atribuído um número a cada elemento químico encontrado na tabela periódica. O número de oxidação também é definido pela oxidação e redução das espécies. A oxidação corresponde ao aumento no número de oxidação e a redução à diminuição.

Obtém-se como exemplo a oxidação do ferro (Fe) com formação do chamado hidróxido de ferro, ou simplesmente ferrugem:



Em reações redox, existem dois agentes influenciando o meio: o agente oxidante e o redutor. O agente oxidante aceita os elétrons liberados pela substância oxidada e assim diminuindo seu número de oxidação (reduz). O agente redutor fornece os elétrons para a outra substância presente no meio, assim seu NOX acaba aumentando (oxida). Em suma, a oxidação é provocada por um agente oxidante, que é um elemento que reduz (ganha elétrons); e a redução é provocada pela ação do agente redutor que é a espécie que oxida (perde elétrons).

---

<sup>4</sup> Número de Oxidação.

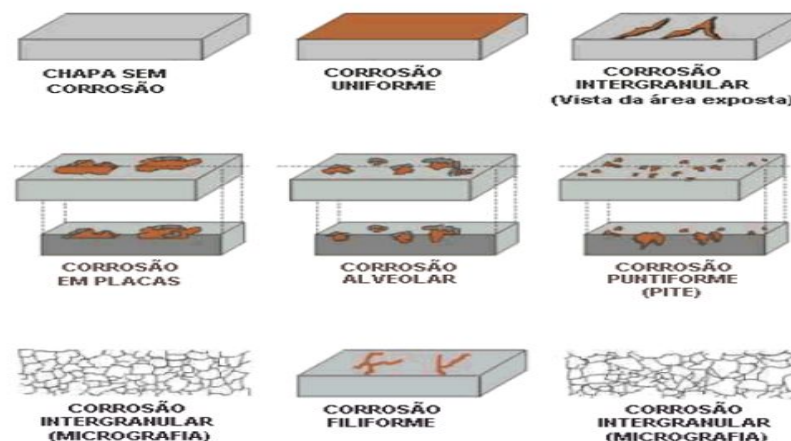
Observando a equação, nota-se que o NOX do ferro vai de 0 para 2+; o que faz com que seja o agente redutor. O oxigênio no início da reação possuía o NOX igual a 0; ao seu fim, o NOX é alterado para 2-. Sendo assim, ele é o agente oxidante (MACHADO; MORAES; SUSSUCHI, 2007).

### 7.1.2 Formas de corrosão em metais

A corrosão pode se apresentar de diferentes formas, as quais são dependentes de diversos fatores que variam entre os metais. Em uma apostila desenvolvida pelo Laboratório de Materiais da Unioeste (LaMat), são apresentadas as formas específicas de corrosão no ferro, as quais são:

- Corrosão uniforme ou generalizada: ocorre em toda a superfície do metal;
- Perfurante (em placas): são formadas placas em apenas algumas regiões do metal;
- Pite (puntiforme): ocorre em regiões localizadas do metal, produzindo pites (pequenos buracos) que geralmente tem a profundidade maior que o diâmetro;
- Intergranular ou intercrystalina: ocorre entre os grãos de um metal ou liga, o qual se desintegra no contorno do cristal (MORA; SIHVINGER, 2006, p. 257-258).

Na imagem abaixo (figura 1) estão representadas formas de corrosão em metais, com exceção da corrosão filiforme e alveolar, que não são específicas deste material.



**Figura 1:** Formas de corrosão

Fonte: ABRACO - Associação Brasileira de Corrosão. **Corrosão:** Uma Abordagem Geral.

### **7.1.3 Meios de corrosão**

Segundo a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), os meios corrosivos podem ser definidos como “os meios nos quais estão imersos os diversos materiais que podem sofrer corrosão eletroquímica” (ABRACO. s/d. s/p). Dentre os diversos meios corrosivos existentes como o meio atmosférico e o solo, selecionou-se somente a corrosão pela água, pois esta se mostra mais relevante à pesquisa.

Esta corrosão se dá por estruturas em contato a meios aquosos. Segundo Dutra e Nunes (2011), na água doce as taxas de corrosão dependem das quantidades de sais, ácidos e bases dissolvidos no meio. Já em relação à água salgada, sabe-se que apresenta maior taxa de corrosão, a qual é aumentada na presença de poluentes. Além das condições citadas anteriormente, há outros fatores que podem influenciar a corrosividade das águas, como velocidade, temperatura, presença de bactérias e grau de aeração (DUTRA, NUNES, 2011).

## **7.2 Metais**

Conforme a Royal Society of Chemistry (RSC) os elementos químicos denominados metais são geralmente brilhantes, maleáveis e bons condutores de eletricidade e calor, além de possuírem tendência a formar cátions - átomos com carga positiva devido à perda de elétrons - através de reações químicas. Em temperatura ambiente a maioria dos metais se apresenta no estado sólido (RSC, s/d, s/p). Em relação a mineração, os metais são produtos das reações entre materiais que variam conforme o metal extraído e substâncias compostas que fazem parte da composição de rochas, os chamados minerais - sendo que um dos elementos que constitui o tal mineral é um metal (BROCCHI, s/d) -. Para extrair o metal desejado da estrutura cristalina do mineral, faz-se o uso de diferentes reações químicas, sejam elas únicas ou sequenciadas - um exemplo desta sequenciação seria: reação em temperatura elevada, contato com sistema aquoso e eletrólise -. Estas reações são definidas de acordo com o metal e a viabilidade do processo, porém, em linhas gerais, podem ser agrupadas em reações eletroquímicas; dissoluções com uso de soluções aquosas e reações por meio de altas temperaturas (BROCCHI, s/d).

Visando definir quais metais seriam os mais estudados na presente pesquisa optou-se por verificar quais destes seriam responsáveis pela maior participação em processos industriais e na fabricação de utensílios domésticos, visto que se busca realizar uma pesquisa em que o leitor possa se sentir familiarizado para com os objetos em estudo.

Ao que diz respeito aos talheres - utensílios extremamente comuns no cotidiano - os principais materiais usados para a produção dos mesmos variam, desde plástico à prata, mas os compostos mais usados são o aço-carbono e o aço inoxidável, sendo que este em comparação com o anterior, apresenta maior durabilidade e menor condutividade (MAKEITFROM, 2016, s/p *apud* LISBOA, ROQUE, BORÉM, 2016). Mesmo assim, existem vários outros objetos usados largamente no dia a dia contendo diferentes metais em sua composição.

Através da última edição do Anuário Mineral Brasileiro de 2016 e com 2015 como ano base de produção, observou-se que os metais com maior participação comercial são: “alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro”, sendo estes responsáveis por 98,5% da produção do conjunto de substâncias metálicas (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM), 2016, s/p).

Com estas informações, selecionou-se o ferro e o alumínio para estudos futuros, devido ao fato de que o ferro é a matéria-prima para a produção do aço, incluindo o aço inox, e o alumínio está presente em diversos produtos do dia a dia, além de ser comum em processos industriais diversificados.

### **7.2.1 Ferro**

Do latim *ferrum* (MEDEIROS, 2010), é o elemento químico de número atômico 26, sendo representado na tabela periódica pelo símbolo Fe. Na natureza - ou seja, em meio não controlado - o ferro é majoritariamente encontrado associado com o oxigênio em compostos (SANTOS, s/d). No caso dos minerais há, por exemplo, hematita ( $Fe_2O_3$ ) e magnetita ( $Fe_3O_4$ ) (ATKINS, LORETTA, 2006), requerendo a realização de reações químicas específicas para a obtenção do ferro metálico. Em relação aos aspectos físicos do ferro cabe citar que é um material de cor acinzentada, duro, dúctil e que enferruja facilmente (MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA, s/d, s/p; RSC, s/d).

O ferro já foi considerado um material sagrado, visto que quando ainda não existiam processos para a extração deste metal, a única forma de obtê-lo conhecida pelos usuários era através de meteoros que houvessem caído na Terra, devido a porcentagem de ferro em sua composição. Logo, povos antigos entendiam este metal como algo divino, visto sua proveniência celeste (ELIADE, 1979 *apud* MEDEIROS, 2010). Atualmente, o ferro corresponde a 90% dos metais refinados mundialmente (RSC, s/d). Isso se deve em parte ao

fato de que o ferro é o quarto elemento em maior quantidade na crosta terrestre, compondo 4,2% desta (DE LA CRUZ, 2013). Junto disso, a união do carbono com ferro forma uma das ligas mais usadas atualmente: o aço. O uso deste material é abrangente, sendo empregado na produção de cimento, ferro-ligas, utensílios utilizados no dia a dia como panelas, frigideiras, fogareiros, entre outros. Ademais, substâncias que possuem ferro em sua composição podem assumir o papel de catalisador em algumas reações químicas (JESUS, 2009, p. 99; BRANCO, s/d, s/p *apud* DNPM, s/d).

### **7.2.2 Alumínio**

Derivado do latim *alumen* (PEIXOTO, 2001), com número atômico 13 e Al como símbolo químico, o alumínio é o terceiro elemento mais abundante existente, sendo o elemento que mais participa na composição da crosta terrestre, com uma parcela de 8,1% (RSC, s/d). Sua grande importância não é algo novo, além de ser usado pelas civilizações egípcia e babilônica, há 7000 anos já haviam vasos que eram fabricados com alto teor de alumínio em sua composição (PEIXOTO, 2001). A baixa densidade – e conseqüentemente menor peso –, a alta resistência e elevada condutividade elétrica (ATKINS, LORETTA, 2006) tornam o alumínio um material extremamente versátil, com usos diversificados nas indústrias, tais como na fabricação de aquecedores solares, ferramentas, tubulações, cabos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (ABAL), s/d), e no cotidiano, está presente em latas, panelas, componentes de elétricos e eletrônicos (PEIXOTO, 2001, s/p; RSC, s/d). Dentre as várias particularidades deste metal, há uma que merece destaque: o alumínio oxida com facilidade e conforme explicado no tópico anterior, há uma relação entre o número de NOX do material e sua resistência a corrosão. Com isso, a conclusão imediata é a de que o alumínio possui baixa resistência a este processo. Entretanto, essa vulnerabilidade à corrosão só é registrada em meios ácidos ou alcalinos. Quando exposto a meios com pH entre 4 e 9 – valor comum para atmosferas naturais – este metal sofre uma reação química denominada passivação, onde ocorre a formação de uma película de óxido, que protege o material (MATTSON, 1989, DAVIS, 1993 *apud* SANTOS, 2011). Deste modo, o alumínio possui alta resistência a atividade corrosiva (ATKINS, LORETTA, 2006).

### **7.3 Fruta**

### 7.3.1 Limão

O nome limão de acordo com Marmitt (2016) é geralmente utilizado para determinar frutas cítricas com um alto teor de acidez, o que inclui o limão verdadeiro [*Citrus limon* (L.) *Burm. f.*], também conhecido como limão siciliano, limão-eureka, limoeiro, entre outros, e as limas ácidas, com destaque para os cultivares Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) *Tanaka*] e Galego [*Citrus aurantifolia* (Christm.) *Swingle*] (Wrege *et al.*, 2006). Há limões híbridos, como é o caso do limão cravo (*Citrus limonia* *Osbeck*), que consiste em um híbrido natural formado a partir da tangerina e do limão verdadeiro (WREGE *et al.*, 2006; REBEQUI *et al.*, 2009; MARMITT *et al.*, 2016).

Após análise das diferentes variedades de limão se optou por realizar aprofundamento bibliográfico apenas no limão tahiti, sendo o mesmo escolhido pela maior acessibilidade ao fruto.

O limão pertence à família *Rutaceae*, e de acordo com Mcientifica (2013) provavelmente é um dos frutos mais famosos e utilizados no mundo. Ele é originário das regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia. Primordialmente, foi introduzido na Europa durante o enredo das Cruzadas, sendo então inserido no Brasil no século XVI pelos portugueses.

Visto a diversidade de vitaminas presentes no fruto, como a vitamina C (que possui como um de seus componentes o ácido ascórbico), vitaminas do complexo B e sais minerais tal como cálcio, potássio, sódio, ferro e fósforo (JUNIOR *et al.*, 2005; MARMITT *et al.*, 2016), o limão possui um papel importante na dieta nutricional, além do consumo do suco o limão possui outras aplicações quanto como a produção de remédios caseiros, óleos e etc.

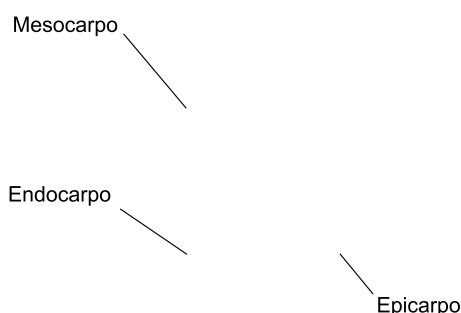
Um interessante benefício nesse fruto é o seu potencial antioxidante. Esse potencial antioxidante - que existe na fruta - pode ser definido como substâncias que, em baixas concentrações, retardam ou previnem o aparecimento da oxidação no alimento (Anvisa/portarias, 2009; MOURA, 2010), ou de acordo com outros autores esse potencial antioxidante pode também ser definido como uma “substância sintética ou natural adicionada a produtos para prevenir ou retardar a deterioração produzida pela ação do oxigênio do ar” (Gonçalves, 2008; Huang *et al.*, 2005, p. 20).

A ação antioxidante pode remeter a dois diferentes significados. Pode retratar um antioxidante para um meio biológico, ou o antioxidante como um inibidor da corrosão metálica - já citado anteriormente no subtópico 7.1.1 - que é o conceito usado nesta pesquisa.

Tratando especificamente do primeiro termo de ação antioxidante - usado para quando em um meio biológico - este sistema antioxidante seria formado por compostos enzimáticos e não-enzimáticos que podem estar presentes no organismo (localizados dentro das células ou na circulação sanguínea) ou nos alimentos ingeridos (Moreira & Shami, 2004; RUFINO *et al.*, 2006). Tais alimentos antioxidantes quando incluídos na dieta diária podem fornecer uma proteção efetiva contra processos oxidativos que ocorrem no organismo. Além disso, doenças entre as quais a AIDS, câncer, diabetes podem estar relacionadas aos danos causados devido a formas de oxigênio extremamente reativos (RUFINO *et al.*, 2006). Segundo Degaspari & Waszczynskyj (2004) estas substâncias oxidativas também estão relacionadas ao envelhecimento do corpo.

### 7.3.1.1 Limão Tahiti

Abaixo um esquema da estrutura do limão Tahiti (Figura 2):



**Figura 2:** Identificação das frações do limão Tahiti.  
Disponível em: [http://www.giollo.com.br/ebay/imagens/limao\\_fruta.jpg](http://www.giollo.com.br/ebay/imagens/limao_fruta.jpg).

A lima ácida é um fruto pertencente à família *Rutaceae*, do gênero *Citrus* e da espécie *Citrus latifolia*. Este limão pode ser caracterizado pela casca fina e lisa, coloração de um verde escuro, sua polpa apresentando grande quantidade de suco, sabor intenso, e como afirma Coelho *et al.* (1998) raramente apresenta sementes. E, além disso, esta variedade é a que possui o maior teor de vitamina C (ácido ascórbico). O quadro a seguir representa a quantidade de nutrientes presente no limão tahiti, dentro de 100g:

Quadro Nutricional do Limão Tahiti - porção de 100g	
Água	87,4%

Calorias	32 Kcal
Proteína	0,9 g
Carboidratos	11,1 g
Fibra Alimentar	1,2 g
Colesterol	n/a
Lípidos	0,1 g
Ácido Graxo Saturado	n/a
Ácido Graxo Mono Insaturado	n/a
Ácido Graxo Poli Insaturado	n/a
Cálcio	51 mg
Manganês	0,07 mg
Cobre	0,06 mg
Zinco	0,2 mg
Fósforo	24 mg
Ferro	0,2 mg
Potássio	128 mg
Sódio	1 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,30 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,04 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	n/a
Vitamina B3 (Niacina)	0,1 g *
Vitamina C (Ácido Ascórbico)	38,2 mg

Fontes: MCIENTICA, 2013, p.53;  
Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – Nepa, 2011, p. 40-41;  
SIDANA, Jaspreetkaur et al, 2013, p.21.

\* média entre as frutas cítricas mais comuns

Tal fruta apresenta na composição do seu sumo altos teores de ácido cítrico, vitamina C e sais minerais (BARROS, 1986; VIANA, 2010) já citados no quadro anterior.

Como observado na Figura 1, o limão é separado em três partes. O epicarpo é a fração externa, ou também denominada camada exterior, nele existem cloroplastídeos<sup>5</sup> que atribuem a cor tradicional e câmaras de secreção que armazenam os óleos essenciais, utilizados na fabricação de perfumes, aromatizantes, etc. O mesocarpo ou albedo é a segunda fração e nele são encontrados um tecido esponjoso e branco. A terceira e última fração é o endocarpo ou polpa, nele estão presentes as vesículas que contém o sumo, revestidas por uma membrana transparente (COELHO, 1993; VIANA 2010).

O epicarpo possui uma grande importância por constituir a casca, que possui maior relevância para a atual pesquisa. Entretanto, devido às limitadas informações encontradas na literatura referente a composição deste epicarpo específico, apenas algumas informações serão descritas. Como supracitado, esta casca possui componentes que dão cor a fruta, e nele também estão armazenados óleos utilizados na produção de perfumes, cosméticos, remédios, dentre outros produtos. Contudo, nesta casca existem outras diversas substâncias, o que inclui os minerais que podem influenciar na atividade antioxidante da fruta. O Quadro 2 apresenta os principais minerais presentes na casca da fruta, na proporção de miligramas do mineral para 100g de limão tahiti.

Minerais presentes na casca do limão tahiti (mg/100g)	
Sódio (Na)	1 mg
Potássio (K)	128 mg
Cálcio (Ca)	51 mg
Cobre (Cu)	0,06 mg
Ferro (Fe)	0,2 mg
Manganês (Mg)	0,07 mg
Zinco (Zn)	0,2 mg
Fósforo (P)	24 mg

Fonte: MCIENTIFICA, 2013, p. 53.  
 JANATI, Somayeh Sadat Fakoor *et al.*, 2012, p.269.

<sup>5</sup> Segundo dicionário Michaelis, cloroplasto é um plastídio pigmentário que contém clorofila em sua estrutura interna, que promove a fotossíntese em vegetais da cor verde; cloroleucito.

### 7.3.2 Ácidos predominantes

O sumo - também conhecido como suco das frutas - possui uma composição muito variável, sendo difícil defini-la com exatidão. Segundo Camara (2011) os procedimentos mais utilizados para identificar a acidez da fruta são a potenciometria<sup>6</sup>, titulometria<sup>7</sup> e a caracterização da acidez por meio do pH. O Quadro 3 apresenta a quantidade de dois dos principais ácidos presentes no limão. Segundo Oliveira (2012), esses ácidos já possuem indícios de ações antioxidantes e estão presentes em quantidades significativas no limão tahiti. O Quadro 3 retrata a quantidade de ácido por porção do limão tahiti (m/m):

Quantidade de ácido por porção do limão tahiti (m/m)	
Ácido Cítrico (mg)	Ácido Ascórbico (Vitamina C) (mg)
5mg/100mg	20mg/100mg

.Fontes: VIANA, Daniela Soares, 2010 , p. 22-23;

O ácido cítrico é um dos principais ácidos orgânicos naturais nas frutas, sendo este um bactericida e conservante natural (CAVALCANTE, 2013). Ele previne o escurecimento enzimático pela ação dos polifenoloxidasas e das peroxidases (FONTES *et al.*, 2009). Além de que este componente também é capaz de potencializar (ação sinérgica<sup>8</sup>) outros antioxidantes, como ácido ascórbico (CHITARRA, 2002; FONTES *et al.*, 2009).

Segundo Wiley (1994), o ácido ascórbico mais conhecido como Vitamina C, aliado a alguns minerais, são os principais agentes antioxidantes presentes em frutas e hortaliças, com o propósito de evitar o processo de escurecimento e/ou outros processos oxidativos através do suco.

---

<sup>6</sup> De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina - Departamento de química: a análise potenciométrica consiste em um conjunto de métodos analíticos instrumentais destinados a determinações de concentrações, mediante medidas das diferenças de potenciais de uma célula eletroquímica. Ou de acordo com o dicionário Michaelis: Técnica de medir as diferenças de potencial elétrico e da capacidade eletromotriz por meio de potenciômetro.

<sup>7</sup> Segundo o dicionário Michaelis: Titulometria é o processo pelo qual se determina a concentração de uma solução; titulação.

<sup>8</sup> “Relativo a sinergia”, o que corresponde a “uma associação simultânea de vários fatores que contribuem para uma ação coordenada, ação simultânea em comum (DICIONÁRIO AURÉLIO, 2009, p. 1852)”.

## 7.4 Ácidos

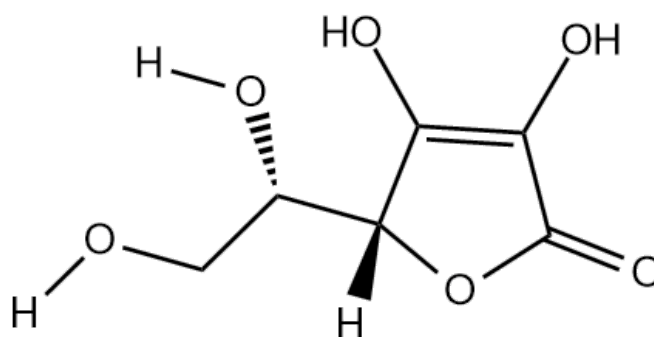
### 7.4.1 Ácido ascórbico

Ácido L-ascórbico ou somente ácido ascórbico (AA) é o nome comum dado ao ácido 2,3-enediol-L-gulônico (IUPAC, s/d apud HMDB, s/d, s/p), de fórmula molecular  $C_6H_8O_6$  (TOXNET, 2015). Este é também popularmente conhecido como vitamina C, e por este fator, o nome "ascórbico" provém do prefixo *α*- (que significa "não") e da palavra latina *scorbuticus* (escorbuto), uma doença causada pela deficiência de vitamina C (PEREIRA, 2008). Além disso, este ácido pode ser encontrado em frutas cítricas e hortaliças (ZHANG; HAMAUZU, 2004 apud BARCIA, *et al.* 2010).

Segundo Pereira (2008) e Chiattonne (2010) o AA é um sólido branco ou amarelado, cristalino com ponto de fusão de 190 a 192 °C, densidade 1,65 g/cm<sup>3</sup>, inodoro, solúvel em água e etanol absoluto, mas praticamente insolúvel nos solventes orgânicos, tais como clorofórmio, benzeno e éter.

O AA é conhecido por apresentar atividade redox, assim sendo um agente redutor que em pH 7 tem potencial de redução de 0,06V (STANDARD REDUCTION POTENTIALS, s/d, s/p). Chiattonne (2010) inclui o AA como pertencente à família dos antioxidantes removedores de oxigênio, sendo assim, o ácido citado, seus isômeros e derivados atuam capturando o oxigênio presente no meio, tornando-o indisponível para atuar como propagador da oxidação.

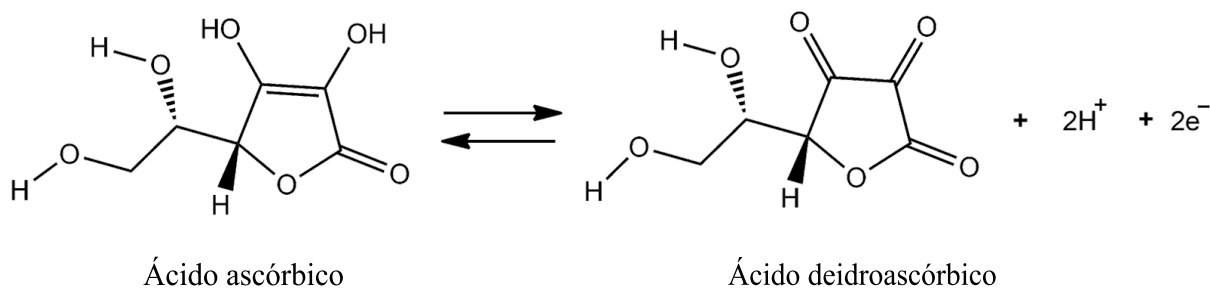
Analisando a fórmula estrutural do AA na Figura 7, nota-se uma molécula polar, com quatro hidroxilas, e duas destas estão na posição C=C, o que confere à molécula um aumento da acidez, pois elas podem interagir entre si por ligações de hidrogênio, contudo, a acidez deste ácido não se dá apenas por este fator, mas também porque em soluções ele pode perder prótons. A molécula apresenta uma cadeia alifática, com parte aberta: onde se encontra as funções de álcool primário e de álcool secundário, e com parte fechada: a qual se tem as funções de éster e enóis.



**Figura 3:** Fórmula estrutural do ácido ascórbico.

Fonte: Elaborado pelo grupo.

Na presença de oxigênio e de um catalisador o AA se oxida, com a doação de dois elétrons, assim formando o ácido deidroascórbico ou ácido l-deidroascórbico. Contudo este processo pode acontecer de forma inversa, ou seja, esta oxidação é reversível (ROSA *et al.*, 2007 apud BARCIA, *et al.*, 2010). O processo de oxidação em moléculas orgânicas está também relacionada ao aumento na quantidade de átomos de oxigênio no composto ou diminuição dos átomos de hidrogênio. Ao se observar o processo de oxidação do AA, apresentado na Figura 4, nota-se que este perde dois átomos de hidrogênios, consequentemente perdendo também dois elétrons, caracterizando uma reação de oxidação.

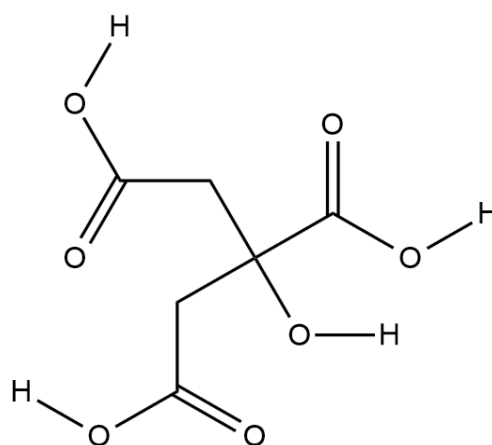


**Figura 4:** Processo de oxidação do ácido ascórbico

Fonte: elaborado pelo grupo.

#### 7.4.2 Ácido cítrico

Ácido cítrico (AC) ou citrato de hidrogênio são os nomes populares dados ao ácido 2-hidroxiopropano-1,2,3-tricarboxílico (IUPAC, s/d apud HMDB, s/d), de fórmula molecular C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, é um sólido branco cristalino com densidade de 1,665 g/cm<sup>3</sup> tendo ponto de fusão de 153°C e de ebulição de 173°C. (TOXNET, 2015), e sua fórmula estrutural pode ser observada na Figura 5.



**Figura 5:** Fórmula estrutural do ácido cítrico.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

O AC é encontrado em frutas cítricas, em maior abundância em limões e limas, onde pode conter até 8% em massa seca da fruta (HMDB, s/d) e na indústria, atualmente, é obtido através de processos de fermentação<sup>9</sup>, mas até 1923 sua obtenção se dava a partir do citrato de cálcio (COLDEBELLA *et al*, 2009).

Prata *et al*, citado por Medrado (2011), relata que o ácido cítrico é considerado o ácido mais comum e amplamente utilizado nas indústrias alimentícias, sendo empregado como agente tamponante, redutor de pH, controlador de crescimento microbiano, aromatizante, entre outras finalidades. Cerca de 70% da produção deste ácido é utilizada pela indústria de alimentos, 12% na indústria farmacêutica e 18% por outras indústrias.

A Figura 5 também revela que a estrutura do ácido cítrico apresenta funções orgânicas de ácido carboxílico e álcool terciário. Em razão da presença de três grupos carboxílicos, este ácido é classificado como tricarboxílico, e sua capacidade ácida está associada a estes grupos, pois em solução pode perder três prótons, e, como consequência, formam-se íons citrato (COLDEBELLA *et al*, 2009).

---

<sup>9</sup>Fermentação aeróbica do açúcar bruto (sacarose) ou açúcar de milho (dextrose) por uma casta especial de *Aspergillus niger* (MOTTA, 2013, p. ). E segundo Coldebella *et al* (2009) se tem três processos de fermentação, os mais utilizados, para a fabricação de ácido cítrico: Processo Koji: no qual o substrato é sólido, sendo utilizada uma linhagem específica de *Aspergillus niger*. Processo de fermentação em superfície: o micélio do fungo (*A. niger*) cresce sobre a superfície do meio de cultura estático, sendo o produto da fermentação recolhido do meio. Processo de fermentação por cultura submersa: o fungo se desenvolve inteiramente submerso no meio de cultura líquido sob agitação (que serve para assegurar a homogeneidade tanto da distribuição dos microrganismos quanto dos nutrientes).

## 8 METODOLOGIA

### 8.1 Método e classificação da pesquisa

Este projeto contará com o uso do método hipotético-dedutivo: as suposições são testadas após um período de estudo a respeito dos aspectos que englobam o tema estudado - o qual está relacionado principalmente as frutas e a corrosão -. Após avaliações das suposições preliminares, novas hipóteses podem ser elaboradas com base nas observações e resultados dos experimentos (LAKATOS; MARCONI, 2007, p.96 *apud* PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 32-33; PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 32-33).

Sobre as possíveis classificações das pesquisas, cabe citar que este estudo possui uma abordagem quantitativa, natureza aplicada e procedimentos experimentais. Quantitativa pois há necessidade de “traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.128), visto que conforme será explicado adiante, a utilização de dados numéricos como massa, volume e acidez - ou seja, podem ser calculados - é requerida com significativa frequência neste estudo. A pesquisa busca analisar a ação antioxidante do limão em processos corrosivos, ou seja, têm-se uma questão específica sobre a qual ocorrerão estes estudos. Sendo assim, a pesquisa possui caráter aplicado, dado que estudos deste gênero almejam a utilização prática de seus resultados como respostas para problemáticas resultantes do meio (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Em relação aos procedimentos da pesquisa, a mesma foi classificada como experimental. Conforme Gil (2008) *apud* Prodanov; Freitas (2013):

O método experimental consiste, especialmente, em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto (GIL, 2008, s/p *apud* PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 37).

Esta classificação se deu visto as hipóteses elaboradas. Para que essas sejam analisadas, nota-se a necessidade de experimentos e análises rigorosas, o que coincide com a definição de Gil.

### 8.2 Materiais

Em relação aos limões, será usado o limão tahiti. A escolha teve como critérios o acesso pelos moradores da região, o uso e a popularidade desta variedade do fruto. A respeito do metal a ser utilizado, foi considerado fato de que o ferro é mais suscetível a sofrer corrosão

que o alumínio - fato detalhado previamente na fundamentação teórica. Assim, selecionou-se o ferro, pois se supõe que há maior reatividade deste metal quando em presença de ácidos.

### **8.3 Parte experimental**

#### **8.3.1 Soluções**

Para discutir a ação do limão diante da atividade corrosiva será conduzido um experimento no laboratório que visa recriar - através do uso de soluções - as condições de um ambiente propício à corrosão por imersão.

A solução de controle será composta apenas por água destilada. Deste modo, verifica-se como um ambiente úmido, sem adição de outras substâncias age ao longo do teste. Com relação ao limão, serão feitas duas soluções: uma composta somente pelo suco da fruta e outra composta pela casca do limão (epicarpo). Esta divisão dos componentes do tahiti é justificada pelo fato de que o suco e o epicarpo possuem composições diferentes, o que pode influenciar o experimento. Além disso, visto que o limão tahiti apresenta ácido ascórbico e ácido cítrico em teores significativos, serão feitas três soluções com estes ácidos: uma solução com ácido ascórbico isolado; uma solução com ácido cítrico isolado; e uma solução com ácido cítrico e ácido ascórbico. Estas soluções possuem como objetivo observar como os ácidos reagem no teste quando estão separados dos outros componentes do limão.

O procedimento consiste essencialmente em realizar a limpeza do limão com água, posteriormente a casca e o endocarpo serão separados, a primeira será triturada e filtrada para facilitar a liberação dos componentes presentes em solução, já o segundo será espremido e filtrado para reduzir a presença de partículas sólidas. Em seguida, o ácido cítrico do suco e da casca será quantificado através da titulação de neutralização usando hidróxido de sódio (NaOH) padronizado como titulante. Já a quantificação do ácido ascórbico será realizada através da titulação de óxido-redução usando iodato de potássio ( $KIO_3$ ) padronizado como titulante (método Balentine). Para realizar este procedimento será preparada uma solução de ácido sulfúrico 20% v/v com 16 ml de  $H_2SO_4$  pipetados que são adicionados a 80 ml de água em um balão volumétrico de 100 ml. Além disso, será feito o uso de solução de iodeto de potássio (KI) 10% m/v. Esta será preparada em um becker de 50 ml, com 2 g de KI e com adição de 20 ml de água. A solução será transferida para um balão volumétrico e misturada. Como indicador da titulação se usa o amido na forma de solução com 1% m/v. A preparação

consiste em adicionar 3,75 ml de água na temperatura ambiente a 0,25 g de amido e posteriormente acrescentar água fervente suficiente para completar o volume de 25 ml da solução. A última solução utilizada neste método é a solução de iodato de potássio 0,02 mol/L. Preparada com 5g de  $\text{KIO}_3$  que deverá ser seco previamente em estufa à 110°C e esfriado em dessecador. Após esse procedimento, são pesados 1.07 g deste composto, que será transferido para um balão volumétrico de 250 ml, este volume então, é completado com água.

Após o preparo das soluções, adiciona-se 25 ml da amostra de sumo/casca do limão em um erlenmeyer de 250 ml com 50 ml de água. Em seguida, adiciona-se 10 ml da solução de ácido sulfúrico 20% (v/v), 1 ml da solução de iodeto de potássio 10% (m/v) e 1 ml da solução de amido. Finalmente, realiza-se a titulação com a solução de iodato de potássio 0,02 mol/L até que a solução apresente mudança de cor para azul. Conhecendo o volume gasto da solução padrão e sabendo a estequiometria da reação, será possível determinar a concentração de ácido ascórbico na casca e no suco do limão.

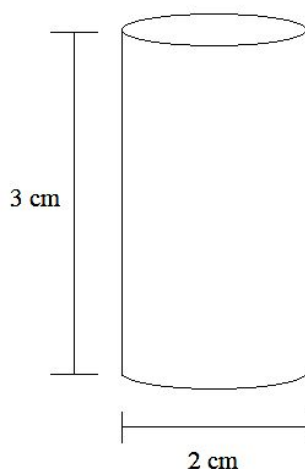
Ambas as titulações do ácido cítrico e do ácido ascórbico servirão como parâmetro de acidez das soluções dos ácidos isolados, pois como já mencionado, a pesquisa busca identificar a diferença da ação dos componentes da fruta em comparação com a ação dos ácidos isolados. Desta maneira, as soluções de cada ácido isolado devem ter molaridade semelhante a quantidade do respectivo ácido encontrado no sumo/casca, evitando que os resultados possuam inconformidades provenientes das quantidades desiguais dos ácidos. É importante frisar que o ácido ascórbico tem participação consideravelmente maior que o ácido cítrico na acidez das soluções feitas com sumo/casca. Portanto, a molaridade entre as soluções de ácido cítrico e ascórbico isolado terão molaridades relativamente diferentes, o que ocorre devido a diferente participação de cada um deles na composição do sumo/casca.

### **8.3.2 Ensaio de corrosão**

Com as soluções e amostras preparadas, inicia-se o ensaio de corrosão. Adaptado do procedimento descrito pelo Laboratório de Espectrometria de Massa e Atômica da UFSC, este experimento busca “estabelecer os procedimentos analíticos para o ensaio de corrosividade” (Laboratório de Espectrometria de Massa e Atômica - UFSC, 2013, s/p). Neste procedimento são usadas cinco soluções - citadas no tópico anterior - e cinco corpos-de-prova - cilindros de

ferro. Visto que o ensaio será feito em triplicata, há um total de trinta testes, cada um deles com diferentes soluções e cilindros.

A primeira parte do experimento consiste na limpeza do corpo-de-prova antes que este seja submetido ao ensaio. Esta limpeza depende do estado em que se encontra o corpo-de-prova. Portanto, primeiramente mostra-se a estrutura do corpo de prova:



**Figura 6:** Medidas do corpo-de-prova  
Fonte: elaborado pelo grupo.

Para agregar dados a pesquisa, o cilindro representado acima será disponibilizado em dois diferentes tipos de ferro: ferro 1045 e ferro 1020. As medidas do corpo-de-prova foram estabelecidas com base no tamanho do erlenmeyer que irá conter o cilindro, sendo essas: volume de 100 ml e diâmetro de 6 cm aproximadamente na parte superior.

Com base no fato de que é comum os cilindros apresentarem corrosão antes do teste, faz-se o uso da limpeza específica. Neste caso, o corpo-de-prova é previamente lixado, imerso em acetona e posto em um dessecador, num procedimento denominado desengraxe. Após isso, o corpo-de-prova tem sua área calculada e massa registrada. Posteriormente, o cilindro é imerso em 80 ml da solução padrão ou amostra, e o erlenmeyer que os contém será vedado com papel filtro e parafilme para ser levado ao banho termostato com temperatura de 55°C por um período de 4 horas. Caso os resultados não sejam alcançados o tempo será prolongado de acordo com as possibilidades.

Após realização desta parte do procedimento, o corpo-de-prova é retirado da solução. Para retirar o excesso de solução do cilindro se usa um pouco de água destilada. Depois disso, o corpo-de-prova é colocado em um becker, que é preenchido com uma solução de limpeza composta por 15 g de NaOH, 5g de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) e 200 ml de água. Após 30

minutos de imersão, o cilindro é limpo com o lado amarelo de uma esponja e lavado em água morna. Para finalizar, o corpo-de-prova é imerso em acetona, seco em temperatura ambiente e pesado.

Com os dados do teste registrados, define-se a taxa de corrosão do corpo-de-prova. Isso se dá através da fórmula disponibilizada no artigo “Método 110A - Corrosividade do Aço” da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA).

$$\text{Taxa de corrosividade (mmpy}^{10}\text{)} = \frac{\text{massa perdida (mg)} \times 87,60}{\text{área (cm}^2\text{)} \times \text{tempo (h)} \times \text{densidade do metal (g/cm}^3\text{)}}$$

Fonte: Agência Nacional de Engenheiros da Corrosão (NACE), 1972, *apud* US EPA, 2004.

Conforme detalhado no artigo, ao utilizar esta fórmula, torna-se necessário considerar que a perda de massa ocorrida ao longo do experimento foi causada por corrosão do tipo generalizada, excluindo a corrosão localizada por pites. Com isso claro, os resultados são interpretados. Conforme o Laboratório de Espectrometria de Massa e Atômica da UFSC, a amostra apresenta corrosão quando a taxa de corrosividade for superior a 6,35 mmpy (Laboratório de Espectrometria de Massa e Atômica - UFSC, 2013).

### 8.3.3 Descarte

As soluções compostas por ácidos serão neutralizadas antes do descarte. Já as soluções compostas pelo do suco do limão e por água terão o descarte efetuado diretamente na pia do laboratório, visto que não constituem quaisquer riscos. As cascas dos limões serão descartadas na composteira do câmpus.

---

<sup>10</sup> Millimeters penetration per year (milímetros de penetração por ano).

## 9 CRONOGRAMA

<b>Atividade</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maiο</b>	<b>Junho</b>
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X
Experimentos	X	X	X		
Análise dos resultados	X	X	X	X	
Produção do Relatório	X	X	X	X	
Elaboração do banner				X	X
Montagem de apresentação				X	X
Entrega do relatório e apresentação					X

Quadro 4: cronograma elaborado pelo grupo

## REFERÊNCIAS

ABAL. **Aplicações do alumínio – Indústria elétrica.** Disponível em: <http://abal.org.br/aplicacoes/industria-eletrica/>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

ABAL. **Aplicações do alumínio – Máquinas e equipamentos.** Disponível em: <http://abal.org.br/aplicacoes/maquinas-e-equipamentos/>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

ABGALVA. **Dados do setor.** Disponível em: <http://abgalva.org.br/preco-de-metais/dados-do-setor/>. Acessado em 12 de Outubro de 2017.

ABRACO - Associação Brasileira de Corrosão. **Corrosão : Uma abordagem geral.** Disponível em: [http://paginapessoal.utfpr.edu.br/israel/teoria/Teoria\\_Corrosao\\_ABRACO.pdf](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/israel/teoria/Teoria_Corrosao_ABRACO.pdf). Acesso em: 03 out. 2017.

Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA). *Method 110A - Corrosivity Toward Steel.* 2004. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/1110a.pdf>. Acessado em 12 de Fevereiro de 2018.

ATKINS, Peter; LORETTA, Jones. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p., il., color. ISBN 9788536306681.

BARCIA, Milene Teixeira; et al JACQUES, Andressa Carolina; et al PERTUZATTI, Paula Becker; et al ZAMBIAZI, Rui Carlos. **Determinação de ácido ascórbico e tocoferóis em frutas por CLAE.** Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/4457/445744096011.pdf>. Acesso em: 16 de Outubro de 2017.

Blair GT, De Fraties JJ; 2000 apud **U.S. National Library of Medicine**, 2015, s/p Disponível em: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/r?dbs+hsdb:@term+@rn+@rel+6915-15-7>. Acesso em: 25 de Outubro de 2017.

BOLINA, C; *et al.* **Análise da eficiência de inibidores frente à corrosão do aço induzida por cloretos.** Disponível em: <http://www.mfad.com.br/pesquisa/arquivos/20090922140223-6.pdf>. Acessado em 26 de Outubro de 2017.

BRASIL. DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas.** Coord. Geral Wagner Fernandes Pinheiro, Osvaldo Barbosa Ferreira Filho, Carlos Augusto Ramos Neves; Equipe Técnica por Marina Marques Dalla Costa... (*et al*). Brasília: DNPM, 2016. 31 p. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/anuario-mineral-brasileiro-2016-metalicos>. Acessado em 22 de Setembro de 2017.

BRASIL. DNPM. **Balanco Mineral Brasileiro 2001.** Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

BRASIL, Fabiano. **ESTUDO DE CORROSÃO SOB TENSÃO EM TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL AISI 304 L, ASPERGIDOS TERMICAMENTE COM ALUMÍNIO POR ARCO ELÉTRICO.** 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência dos Materiais, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/52.1.pdf>. Acesso em: 23 de Outubro de 2017.

BROCCHI, Eduardo de Albuquerque. **Os Metais: Origem e Principais Processos de Obtenção.** Museu Virtual de Química. Disponível em: [http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_os\\_metais.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_os_metais.pdf). Acessado em 06 de Outubro de 2017.

CAMARA, Fabiane Mendes de. **Características qualitativas do abacaxi Smooth Cayenne comercializado na CEAGESP.** 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-22112011-093534/pt-br.php>, Acessado em 23 de setembro de 2017.

CAVALCANTE, Rogério. **Fitodontologia**. Rio Branco: Copyright, 2013. 219 p. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?id=JMxLBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 15 de Outubro de 2017.

CHIATTONE, Priscila Vasconcelos; **ÁCIDO ASCÓRBICO, ERITORBATO E MISTURA COMERCIAL NA REDUÇÃO DA OXIDAÇÃO DE HAMBURGUER BOVINO PROCESSADO COM ÁGUA OZONIZADA**; Pelotas, 2010. Disponível em: Acesso em: 19 de Outubro de 2017

COELHO, Ygor da Silva et al. **Coleção Plantar: Limão Taiti**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1998. 69 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162294/1/A-cultura-do-limao-taiti.pdf>. Acesso em: 29 de Outubro de 2017.

COLDEBELLA, Caroline; ALVES, Fernando Ignácio Baena; RAIÁ, Guilherme Takeshi de Oliveira; ZUNTA Rodrigo. **Produção de ácido cítrico**. 2009. Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/19258338/Producao-de-acido-citrico>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

DAG MENDONÇA LIMA (Brasil). Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – Nepa. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO: 4ª edição revisada e ampliada**. 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011. 164 p. Disponível em: [https://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada](https://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada). Acesso em: 07 de Outubro de 2017.

DEGASPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. **Propriedades Antioxidantes de compostos fenólicos**. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p.33-40, 2004. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/academ+ica/article/viewFile/540/453>. Acesso em: 12 de Outubro de 2017.

De La Cruz, Alex Ruben Huamán. **Quantificação de ferro em minério de ferro por Espectrometria de Fluorescência de raios-X por dispersão de energia: Estudo comparativo de desempenho metrológico e impacto econômico**. Rio de Janeiro, 2013. 136p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=22183@1](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=22183@1). Acessado em 22 de Novembro de 2017.

DETERMINAÇÃO... **Determinação de Vitamina C: Método Balentine**. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/marcel.piovezan/MaterialDidatico/AAL/Determina%C3%A7%C3%A3o%20de%20vitamina%20C.pdf>. Acessado em 15 de Novembro de 2017.

DILETA. **Fosfatização de metais.** Disponível em: <<http://www.dileta.com.br/fosfatizacao-metais>>. Acesso em: 20 out. 2017.

DNPM. **Ferro (Fe).** Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Detalhes/Ferro.htm>. Acessado em 28 de Setembro de 2017.

DUTRA, Aldo Cordeiro; NUNES, Laerce de Paula. **Proteção Catódica: Técnicas de Combate à Corrosão.** 5. e.d. - Rio de Janeiro: Interciência: ABRACO: IBP, 2011. 372 p.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa.** 4. ed. Curitiba: Positivo, 2009. 2120 p. ISBN 9788538528241.

FONTES, Luciana Cristina Brigatto et al. **EFEITO DE ANTIOXIDANTES NA PREVENÇÃO DE ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DE BATATA-DOCE (IPOMOEIA BATATAS) E INHAME (DIOSCOREA SPP): EFFECT OF ANTIOXIDANTS IN THE PREVENTION OF ENZYMATIC BROWNING IN SWEET POTATO (IPOMOEIA BATATAS) AND YAM (DIOSCOREA SPP).** Ponta Grossa: Unicamp, 2009. 8 p. Disponível em: <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/967/1921>. Acesso em: 08 de Outubro de 2017.

GENTIL, Vicente . **Corrosão.** 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. 2014. 360 p.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** 1ª ed. Porto Alegre. Editora da UFRGS. 2009.

GONÇALVES, Any Elisa de Souza Schmidt. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonóides e vitamina C.** 2008. 88 f. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, 2008.

GOULART, Rita Maria Monteiro. **Desperdício de alimentos: um problema de saúde pública.** Revista Integração. Ano 14. Nº 54. São Paulo. Jul./Ago./Set. 2008. Disponível em: [https://www.usjt.br/proex/arquivos/produtos\\_academicos/285\\_54.pdf](https://www.usjt.br/proex/arquivos/produtos_academicos/285_54.pdf). Acessado em 26 de Outubro de 2017.

HMDB. Showing metabocard for Malic acid (HMDB0000744). 2005. Disponível em: [http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB0000744#physical\\_properties](http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB0000744#physical_properties). Acesso em: 25 de Outubro de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 1ª ed. digital. São Paulo. Instituto Adolfo Lutz. 2008.

JANATI, Somayeh Sadat Fakoor et al. **Chemical Composition of Lemon (Citrus limon) And Peels Its Considerations As Animal Foods.** Mashhad, Iran: Testa Quality Control Laboratory, North-east Food Industrial Technology And Biotechnology Park, 2012. 5 p.

JESUS, Carlos Antônio Gonçalves de. **Ferro/Aço**. Brasília: DNPM, 2009. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/3-1-2013-minerio-de-ferro-e-aco>. Acessado em 28 de Setembro de 2017.

LAPEC. **Inibidores Orgânicos**. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/lapec/wa\\_files/inibidores\\_20org\\_c3\\_a2nicos.pdf](http://www.ufrgs.br/lapec/wa_files/inibidores_20org_c3_a2nicos.pdf). Acessado em 12 de Outubro de 2017.

LISBOA, Thomaz Santos; CARRARA ROQUE, Iago; MORAIS BORÉM, Andrei. **Materiais e processos utilizados na fabricação de talheres**. The Journal of Engineering and Exact Sciences. Vol. 2. Nº 4. Viçosa. 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufv.br/seer/rbeq2/index.php/req2/article/view/136/162>. Acesso em: 03 de Outubro de 2017.

MARMITT, Luana Gabriela; BETTI, Jonas; OLIVEIRA, Eniz Conceição. **DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO CÍTRICO E pH EM DIFERENTES CULTIVARES DE LIMÃO E MARCAS DE SUCOS ARTIFICIAIS DE LIMÃO EM PÓ**. Revista Destaques Acadêmicos, [s.l.], v. 8, n. 4, p.1-8, 29 dez. 2016. Editora Univates. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v8i4a2016.1226>. Acesso em: 05 de Outubro de 2017.

MCIENTIFICA (Org.). **Frutas de A a Z**. 2013. Disponível em: <http://www.blog.mcintifica.com.br/wp-content/uploads/2013/07/Frutas-de-A-a-Z.pdf>. Acesso em: 07 de Outubro de 2017.

MEDEIROS, Miguel de Araújo. **Ferro**. Revista Química Nova na Escola. Vol. 32. Nº 3. São Paulo. Ago. 2010. Disponível em: [http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32\\_3/11-EQ-6809.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_3/11-EQ-6809.pdf). Acessado em 28 de Setembro de 2017.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Cloroplasto**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=cloroplasto>. Acessado em 15 de Outubro de 2017.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Eletroquímica**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/eletroquimica/>. Acessado em: 16 de Outubro de 2017.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Ferro**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/ferro/>. Acessado em 28 de Setembro de 2017.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Potenciometria**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/potenciometria/>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Titulometria**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/titulometria/>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

MOTTA, Elizandra Santos da. **ADIÇÃO DE ÁCIDO LÁTICO E ÁCIDO CÍTRICO COMO CONSERVANTE DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA**. 2013. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1198/1/FB\\_COALM\\_2012\\_2\\_08.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1198/1/FB_COALM_2012_2_08.pdf). Acesso em: 19 nov. 2017.

MOURA, Lílian Maria. **COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTAS CÍTRICAS: QUANTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, PARÂMETROS DE COR E EFEITO DA PASTEURIZAÇÃO**. 2010. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Araraquara, 2011. Disponível em: [http://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/LILIAN MARIA MOURA - DO AL.PDF](http://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/LILIAN_MARIA_MOURA_-_DO_AL.PDF). Acesso em: 07 de Outubro de 2017.

MORA, Nora Díaz; SIHVENGER, João Carlos (Comp.). **APOSTILA DE QUÍMICA GERAL**. Foz do Iguaçu: [s.n.], 2006. 280 p. Disponível em: <<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downquimica.html>>. Acesso em: 11 de Outubro de 2017.

OLIVEIRA, Antônio Roberto de. **Corrosão e Tratamento de Superfície**. Belém: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém, 2012. 104 p. Disponível em: [http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_ctrl\\_proc\\_indust/tec\\_metal/corr\\_trat\\_superf/161012\\_corr\\_trat\\_superf.pdf](http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_metal/corr_trat_superf/161012_corr_trat_superf.pdf). Acesso em: 12 de Outubro de 2017.

OLIVEIRA, José Jefferson Moraes de; ZOGHBI FILHO, João Roberto Bastos. **O PRÉ-SAL BRASILEIRO E O PROBLEMA DA CORROSÃO POR CO<sub>2</sub>**. Manguinhos, Serra - Es: [s.n.], [2015]. 10 p. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/311066120\\_O\\_Pre-Sal\\_Brasileiro\\_e\\_o\\_Problema\\_da\\_Corrosao\\_por\\_CO2](https://www.researchgate.net/publication/311066120_O_Pre-Sal_Brasileiro_e_o_Problema_da_Corrosao_por_CO2)>. Acesso em: 17 out. 2017.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. **Alumínio**. Revista Química Nova na Escola. N° 13. São Paulo. Maio. 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/13-aluminio.pdf>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

PEREIRA, Vinicius Rodrigues; **ÁCIDO ASCÓRBICO – CARACTERÍSTICAS, MECANISMO DE ATUAÇÃO E APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**; Pelotas, 2008. Disponível em: <https://quimicadealimentos.files.wordpress.com/2009/08/acido-ascorbico.pdf> Acesso em: 21 de outubro de 2017.

PLANTAMED (Comp.). **Citrus limon (L.) Burm. f. - LIMÃO-SICILIANO.** Disponível em: [http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Citrus\\_limon.htm](http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Citrus_limon.htm). Acesso em: 12 de Outubro de 2017.

Standard Reduction Potentials (E<sup>0</sup>), 25oC. Disponível em: <https://employees.csbsju.edu/hjakubowski/classes/ch331/oxphos/standredpotentialtab.htm>. Acesso em: 25 de Novembro de 2017.

PRATA, A. M. R. *et al* SANTOS, R. da S. apud. MEDRADO, Lais Camargo de Lacerda. **ADSORÇÃO DE ÍONS CROMO (VI) PROVENIENTE DE EFLUENTES DE CURTUMES EM BUCHA VEGETAL (*Luffa cylindrica*) MODIFICADA COM ÁCIDO CÍTRICO.** 2011. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Química Industrial, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2011. Disponível em: <[http://www.ccet.ueg.br/biblioteca/Arquivos/monografias/ADSOR\\_\\_\\_.PDF](http://www.ccet.ueg.br/biblioteca/Arquivos/monografias/ADSOR___.PDF)>. Acesso em: 19 nov. 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; Freitas, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo. Feevale. 2013.

QUADROS, Daiane. **Procedimentos analíticos para preparo, limpeza e determinação da taxa de corrosão.** Laboratório de Análise de Resíduos da Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

ROSA, J. S.; et al GODOY, R. L. O.; et al NETO, J. O.; et al CAMPOS, R. S.; et al MATTA, V. M.; et al FREIRE, C. A.; et al SILVA, A. L.; et al SOUZA, R. S.; 2007; apud BARCIA, Milene Teixeira et al. JACQUES, Andressa Carolina; et al. BECKER, Paula Pertuzatti; et al. ZAMBIAZI, Rui Carlos. **DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO E TOCOFERÓIS EM FRUTAS POR CLAE.** Semina: Ciências Agrárias, vol. 31, núm. 2, abril-junio, 2010, pp. 381-389; Londrina, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/5341/4852> Acesso em: 21 de Outubro de 2017.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. **Aluminium.** Disponível em: <http://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium>. Acessado em 07 de Outubro de 2017.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. **Iron.** Disponível em: <http://www.rsc.org/periodic-table/element/26/iron>. Acessado em 28 de Setembro de 2017.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. **Periodic Table.** Disponível em: <http://www.rsc.org/periodic-table>. Acessado em 05 de Setembro de 2017.

RUFINO, Maria do Socorro Moura et al. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP).** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-publicacoes/-/publicacao/664098/me>

tecnologias-cientificas-determinacao-da-atividade-antioxidante-total-em-frutas-pelo-metodo-de-educacao-do-ferro-frap. Acesso em: 12 de Outubro de 2017.

SANTOS, Izabella Rodrigues Chaves dos. **Escurecimento Enzimático Em Frutos: Polifenoloxidase De Atemóia:** (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.). 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2009. Disponível em: <http://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/IzabellaChavesME.pdf>. Acesso em: 17 de Setembro de 2017.

SANTOS, Luiz Ricardo dos. **Ferro.** Disponível em: <http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/ferro/>. Acessado em 06 de Outubro de 2017.

SANTOS, Wagner Izaltino Alves dos. **Caracterização da resistência à corrosão de ligas de alumínio após tratamentos alternativos à cromatização, com e sem revestimento orgânico.** São Paulo, 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-01072011-132755/en.php>. Acessado em 22 de Novembro de 2017.

SIDANA, Jaspreetkaur et al. **A Review on Citrus – “The Boon of Nature”.** International Journal Of Pharmaceutical Sciences Review And Research. Bangalore, India, p. 20-27. fev. 2013. Disponível em: <<http://www.globalresearchonline.net/journalcontents/v18-2/04.pdf>>. Acesso em: 12 de Outubro de 2017.

SUSSUCHI, Eliana Midori; Samisia Maria Fernandes Machado; Valéria Regina de Souza Moraes. **Química I.** - São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe CESAD, 2007. Disponível em: [http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/14461230102012Quimica\\_I\\_Aula\\_20.pdf](http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/14461230102012Quimica_I_Aula_20.pdf). Acesso em: 12 de Outubro de 2017.

THE HUMAN METABOLOME DATABASE. **Malic Acid.** Disponível em: [http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB0000744#physical\\_properties](http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB0000744#physical_properties). Acesso em: 25 de Outubro de 2017.

TUNDO, Pietro et al. **Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview.** *Pure and Applied Chemistry*. Vol. 72. Nº 7. Durham. 2000. Disponível em: <https://www.iupac.org/publications/pac/pdf/2000/pdf/7207x1207.pdf>. Acessado em 09 de Novembro de 2017.

UGALDE, Fábio Zacouteguy; NESPOLO, Cássia Regina. **Desperdício de Alimentos no Brasil.** Informativo Sul Brasil Rural. Ano 7. Nº 154. Chapecó. 21 de Maio de 2015. Disponível em: [http://www.ceo.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/285/caderno\\_udesc\\_154.pdf](http://www.ceo.udesc.br/arquivos/id_submenu/285/caderno_udesc_154.pdf). Acessado em 26 de Outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - DEPARTAMENTO DE QUÍMICA. **Potenciometria.** Análise potenciométrica. QMC5351 – Química Analítica Instrumental. Disponível em:

<http://analiticaqmc20132.paginas.ufsc.br/files/2013/11/potenciometria-rev.pdf>. Acesso em: 08 de Outubro de 2017.

**U.S. National Library of Medicine**, 2015, s/p Disponível em: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/r?dbs+hsdb:@term+@rn+@rel+6915-15-7> Acesso em: 25 de Outubro de 2017.

VIANA, Daniela Soares. **Lima ácida (Citrus latifolia, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos sucos in natura e clarificados por membranas de microfiltração**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio de Janeiro Centro de Ciências da Saúde, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://objdig.ufrj.br/59/teses/751532.pdf>>. Acesso em: 15 de Outubro de 2017.

VIDA, Minha. **Siciliano, tahiti, galego e cravo: veja as diferenças entre os tipos de limão: O limão possui diversos benefícios para saúde e pode ser consumido de diferentes formas. Entenda quais são as características de cada espécie!**. 2017. Disponível em: <http://www.amambainoticias.com.br/saude/siciliano-tahiti-galego-e-cravo-veja-as-diferencas-entre-os-tipos-de-limao>. Acesso em: 07 de Outubro de 2017.

WILEY, Robert C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. London:Chapman & Hall, 1994. 357 p.

WREGGE, Marcos Silveira et al. **Zoneamento agroclimático para a produção de limas ácidas e de limões no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

ZHANG, D; HAMAUZU, Y.; 2004 apud BARCIA, Milene Teixeira et al. JACQUES, Andressa Carolina; et al. BECKER, Paula Pertuzatti; et al. ZAMBIAZI, Rui Carlos. **DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO E TOCOFERÓIS EM FRUTAS POR CLAE** Semina: Ciências Agrárias, vol. 31, núm. 2, abril-junio, 2010, pp. 381-389; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/5341/4852> Acesso em: 21 de Outubro de 2017.