

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)

ALINE MESQUITA
ANA LAURA DOS SANTOS SILVEIRA
DANIELLY KULIQUE DOS PASSOS
GABRIELA TODT KOPEAKI
JENNIFER JAROCZINSKI
WESLEY GABRIEL BRICCIUS

**EXTRATOS DE PLANTAS COMO INIBIDORES DO PROCESSO DE OXIDAÇÃO
METÁLICA**

JARAGUÁ DO SUL

2015

ALINE MESQUITA
ANA LAURA DOS SANTOS SILVEIRA
DANIELLY KULIQUE DOS PASSOS
GABRIELA TODT KOPEAKI
JENNIFER JAROCZINSKI
WESLEY GABRIEL BRICCIUS

**EXTRATOS DE PLANTAS COMO INIBIDORES DO PROCESSO DE
OXIDAÇÃO METÁLICA**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Prof. Clodoaldo Machado

Coordenador: Prof. Juliano A. Maritan

JARAGUÁ DO SUL

2015

Sumário

1. Tema:.....	4
2. Delimitação do Tema:	4
3. Problema:	4
4. Hipóteses:.....	4
5. Objetivos:	4
5.1 Objetivo Geral:	4
5.2 Objetivos Específicos.....	4
6. Justificativa	5
7. Fundamentação Teórica.....	6
7.1 Aloe vera	6
7.2 Alecrim	9
7.3Capim Limão.....	10
7.4 Antioxidantes	12
7.5 Extratos	14
7.6 Oxidação versus Redução.....	14
7.7 Oxidação versus Corrosão	14
7.8 Aço 1020.....	15
8. Metodologia	16
8.1 Extratos	16
8.2 Titulação Permanganométrica	17
8.3 Visualização	17
8.4 Pesagem	17
8.5 Tratamentos dos Rejeitos	17
9. Cronograma.....	18
Referências.....	18
ANEXOS	4

1. Tema:

Extratos de plantas como inibidores do processo de oxidação metálica.

2. Delimitação do Tema:

Estudo dos extratos de: *Aloe vera* (Babosa), *Rosmarinus officinalis* (Alecrim) e *Cymbopogon citratus* (Capim Limão) como inibidores de oxidação em chapas de aço (1020).

3. Problema:

Os extratos de: *Aloe vera* (Babosa), *Rosmarinus officinalis* (Alecrim) e *Cymbopogon citratus* (Capim Limão) demonstram-se eficientes como inibidores da ação oxidante em chapas de aço?

4. Hipóteses:

1. O extrato da Babosa se mostrará mais eficiente do que os demais como inibidores de oxidação em aço.
2. O Capim Limão terá resultado menos efetivo do que os demais extratos na ação inibidora de oxidação no aço.
3. Extratos de plantas podem ser utilizados em processos de proteção de chapas de aço contra o processo de oxidação.

5. Objetivos:

5.1 Objetivo Geral:

Determinar o potencial antioxidante dos extratos de *Aloe vera* (Babosa), do *Rosmarinus officinalis* (Alecrim) e do *Cymbopogon citratus* (Capim Limão) em chapas de aço 1020.

5.2 Objetivos Específicos

- Preparar os extratos da Babosa, Alecrim e do Capim Limão;
- Desenvolver os ensaios para testar a eficiência dos extratos como antioxidantes em chapas de aço 1020;
- Medir o potencial antioxidativo dos extratos de Babosa, Alecrim e do Capim Limão;

- Determinar, com base nos resultados, se os extratos são eficientes na ação inibidor da oxidação em chapas de aço 1020;
- Comparar os potenciais antioxidantes dos diferentes extratos estudados.

6. Justificativa

Muitos processos de oxidação têm grande importância na vida diária, como a corrosão, a ferrugem e a respiração. O estudo da oxidação dos metais é um dos temas de grande importância devido ao enorme número de aplicações que estes encontram na fabricação dos mais variados produtos (GENTIL, 1987). Os antioxidantes são substâncias que podem retardar ou inibir as reações em cadeia da oxidação.

Os antioxidantes naturais são de vasto uso, principalmente na indústria alimentícia e na área da medicina como antioxidantes de lipídios e ferro, presentes tanto em alimentos como em nosso corpo. Dentre as fontes naturais de antioxidantes podemos citar os cereais, os cogumelos, ervas, especiarias e as sementes das frutas. As substâncias mais eficientes contra a ação oxidante presentes em fontes naturais são minerais, vitaminas e compostos fenólicos. Dentre os mais importantes estão os tocoferóis, os carotenóides, alguns ácidos orgânicos, como o ácido cítrico e o ácido ascórbico, e os flavonóides (LUZIA; JORGE, 2010).

Tanto a Babosa quanto o Alecrim e o Capim Limão foram escolhidos com base em uma pesquisa prévia, que apontou que tais plantas possuem algumas das substâncias capazes de retardar ou inibir o processo oxidativo. Sabe-se também que o Alecrim e o Capim Limão foram usados para retardar o processo de oxidação em lipídios na indústria alimentícia. Já a Babosa possui uma variedade de substâncias antioxidantes como, por exemplo, a vitamina C, a enzima catalase e alguns fenóis.

Os antioxidantes possuem uma vasta área de aplicação, tanto nas indústrias metal-mecânica e alimentícia, quanto na farmacêutica e medicinal. Na indústria metal-mecânica podemos citar sua importância como inibidor de oxidação em peças metálicas. Tanto na área da medicina, como na farmacêutica, os antioxidantes são utilizados como inibidores da oxidação dos lipídios e do ferro presente no sangue. Na indústria farmacêutica são também utilizados para a produção de novos remédios. Na indústria alimentícia a aplicação é muito parecida com a aplicação na medicina, porém os

antioxidantes são utilizados como inibidores da oxidação em lipídios em alimentos, como por exemplo, nas carnes.

Para a escolha do metal a ser testado, optou-se pelo aço devido à viabilidade de custo. Entre os aços, foi determinado o aço 1020, que é um dos mais utilizados, sendo composto por carbono, silício, manganês, fósforo e enxofre (CAETANO, 2009).

O projeto proporcionará a possibilidade de utilizar plantas, como a Babosa, Alecrim e o Capim Limão, como retardadores do processo oxidativo em chapas de aço. Caso obtenha-se um resultado positivo quanto à atividade antioxidante das plantas, abrir-se-á possibilidade de produção de antioxidantes mais biosustentáveis.

7. Fundamentação Teórica

7.1 Aloe vera

Segundo Seara (2009), a Babosa é conhecida cientificamente como *Aloe vera* (do latim Aloe, “amarga” e vera, “verdadeira”) que significa “planta original e de gosto amargo”. É originária do noroeste africano, pertencente à família das Liliáceas e gênero *Aloe*. Existem mais de 300 espécies diferentes que pertencem ao gênero *Aloe*, podendo ser citadas: *Aloe socotrina*, *Aloe arborescens*, *Aloe chinesis*, *Aloe ferox* e a *Aloe vera*, sendo esta a mais conhecida e estudada.

Em 1720, Carl Von Linne deu o nome à Babosa de *Aloe vera L.*, sendo posteriormente chamada de *Aloe barbadenses* por crescer espontaneamente e abundantemente na ilha de Barbados. Trata-se de uma planta medicinal com registros de sua utilização pelos povos do Mediterrâneo, remontando ao ano de 400 a.C. (ARAUJO et al, 2002). De acordo com Langmead *et al.* (2004) a importância medicinal desta espécie está nos seus 70 diferentes compostos biologicamente ativos, os quais lhe conferem propriedades anti-inflamatórias, anticarcinogênicas, antidiabéticas, imunostimulantes e até como antioxidantes naturais para o prolongamento da vida de alimentos, sem a necessidade de antioxidantes sintéticos. Dentre todos os conjuntos de substâncias encontrados na babosa, os fenólicos constituem o grupo de antioxidantes (SOUZA *et al*,2007).

De acordo com a Resolução (RE) n.º 89 de 2004, a *Aloe* é uma droga vegetal e é utilizado na forma de creme e gel para o “tratamento de queimaduras térmicas (1º e 2º

graus) e de radiação” (BRASIL, 2009). O Dr. Peter Antherton (1997) descreve algumas das numerosas propriedades terapêuticas da babosa, como por exemplo:

- Saponinas: São substâncias que formam 3% do gel e são responsáveis por sua ação antisséptica;
- Lignina: Tem efeito inerte quando encontrada sozinha, todavia, quando em conjunto com todos os outros elementos da *Aloe*, ganha poder de penetração, auxiliando as outras substâncias a penetrar nas células do organismo;
- Ácido salicílico: Princípio ativo da aspirina, ou possuindo atividade antiinflamatória e bactericida;
- Aloína: Usada como laxante, atua como vermífugo e elimina os protozoários que parasitam o intestino. Em conjunto com a antraquinona aloe-emodin-9, apresenta efeito bactericida.
- Presença de componentes nutricionais: Contém 20 dos 22 aminoácidos existentes; vitaminas A, C, E e algumas do complexo B₁₂ (normalmente presente nos animais); várias enzimas como a amilase e a lipase (que transformam lipídios e açúcares), e a carboxypeptidase – cuja a hidrólise é anti-inflamatória e analgésica – que produz vasodilatação. Assim como sais minerais, monossacarídeos e polissacarídeos.

O Dr. Peter Antherton ainda descreve sua ação imunomoduladora e na estimulação da produção de fibroblasto:

- Ação imunomoduladora: estimulação do sistema imunológico, principalmente sobre os linfócitos T, agindo sobre a ação citotóxica dessas, ativando a produção de citosinas e a fagocitose. Desse modo, apresentam atividade antiviral.
- Estimulação da produção de fibroblasto: atuação sobre a cicatrização, tornando-a mais rápida devido à maior produção de fibras de colágeno.

Afirma-se, entretanto, que há efeitos colaterais como, por exemplo, Stevens (2004) ressalta os cuidados que as gestantes devem ter, pois a babosa pode provocar a menstruação, ocasionando o aborto. Já Peuser (2003) alerta sobre o uso excessivo da

aloína e da *Aloe vera* desnaturada, pois possuem efeitos laxativos e em excesso podem causar processos diarréicos graves, com desequilíbrio eletrolítico.

O interior das folhas da Babosa é constituído de um tecido parenquimático rico em polissacarídeos, que lhe atribui uma viscosidade (baba), de onde surgiu o nome Babosa. Neste gel é encontrado seus princípios ativos, que são constituídos de enzimas, vitaminas, sais minerais, tecidos orgânicos e aminoácidos (BACH; LOPES, 2007).

Segundo Silva (2004), o látex da folha apresenta:

- Antraquinonas glicosadas (15 – 30%) = Barbaloína (20%), beta-barbaloína, isobarbaloína, aloe-emodin-9-antranona, glicosídeos, aloinósidos A e B e aloína;
- Resina (15 – 70%) = Ácido cinâmico, aloeresinas A, B, C e D;
- Mucilagem = Manosa, glicose, arabinosa, galactosa e xilosa;
- Enzimas = Oxidase, catalase e amilase;
- Outros = Óleo essencial, flavona, aloesona, aloetina, emodiona, ácido urônico, goma e flavonas.

O gel da folha possui:

- Água (95%) = juntamente com brandicinase, lactato de magnésio e acemanano;
- Polissacarídeos (0,2 – 0,3%) = Glicomano, manano e mucilagem;
- Ácidos = Glicurônico, aliinase, carboxipeptidase e amilase;
- Ácido gama linoléico;
- Vitaminas A, C, E e algumas do complexo B;
- Lignina;
- Saponina;
- Aminoácidos = Lisina, treonina, valina, metionina, leucina, isoleucina, fenilalanina, tripofano, histidina, arginina, hidroxiprolina, ácido aspártico, serina, ácido glutâmico, prolina, glicerina, alanina, cistina e tirosina.

Nos anexos 1 e 2, baseadas em Peuser (2003) e Stevens (2004), é possível visualizar o valor nutricional e alguns dados quantitativos sobre a Babosa, observando a grande variedade de elementos existentes na sua estrutura. Pode-se, também, citar

características organolépticas da babosa, que são: inodora, incolor e sabor ligeiramente amargo (DUTRA, 2011).

De acordo com os dados botânicos (anexo 3), a Babosa é uma planta perene, suculenta e que pode atingir até 1m de altura. Suas flores são tubuladas, dispostas em racimos terminais de cor amarelo-esverdeada e suas folhas são densas, lanceoladas, reunidas pela base formando uma roseta com espinhos nas margens e ricas em mucilagem (gel) (AZEVEDO, 2005).

7.2 Alecrim

O alecrimé nativo da região mediterrânea, cresce em diversos tipos de solos, em áreas de até 2.800 m de altitude. Pode atingir até 1 metro de altura, tem caule lenhoso, folhas simples, opostas, lineares e de até 3,5 cm. Possui pequenas flores bilabiadas, azuladas e agrupadas, que aparecem ao final da primavera e no verão (ALONSO,1998).

Alecrim, romero (Espanha), rosemary (Inglaterra), romarim (França) e rosmarino (Itália) são designações diversas para a mesma planta, sendo esta uma das plantas medicinais mais conhecidas desde a antiguidade, graças as suas propriedades medicinais, comestíveis e aromatizantes. No caso do antigo Egito, esta erva era utilizada em formulações para embalsamamento dos mortos (mumificação); na Roma antiga ele era queimado, para purificar os túmulos sagrados, casas de doentes e fontes; em Atenas era costume colocar folhas de alecrim nas mãos dos falecidos, como símbolo da imortalidade da alma. Era também símbolo da fidelidade em casamentos. Seu óleo essencial foi obtido pela primeira vez em 1.330, por Ramón Llull, assim podendo também ser utilizado na perfumaria (ALONSO,1998).

O cultivo pode ser feito por meio de mudas preparadas por estaquia ou mergulhia, crescendo bem em solo rico em calcário e em ambientes úmidos de clima ameno. Existem mais de 10 variedades em cultivo no Brasil, todas com o mesmo uso, porém aromas e características sutis diferentes. (PENTEADO; CECY, 2005).

Segundo Alonso (1998), o alecrim pode ser utilizado terapeuticamente como antibiótico, antiinflamatório, digestivo, anti-espasmódico, antioxidante (retarda o envelhecimento celular), estimulante, diurético, mucolítico, antiparasitário, pode também ser utilizado na culinária (condimento), como aromatizantes e também em cosméticos.

No anexo 5 pode-se observar a composição química do óleo essencial extraído das folhas do alecrim.

Um dos antioxidantes mais utilizados na indústria é o extrato de alecrim. Atualmente, a principal utilização do alecrim com o antioxidante é na indústria da carne como inibidor da oxidação de lipídios. Segundo a FoodIngredients Brasil - FIB (2009), diterpenos fenólicos (os principais: carnosol e ácido carnósico) são responsáveis por 90% da atividade antioxidante da planta. Segundo Penteado e Cecy (2005), flavonóides como a pigenina, diosmetina, diosmina, genkwanina, luteolina, plantagina, estão presentes no alecrim, tornando-o um eficiente antioxidante.

Segundo Morais *et al.* (2009), antioxidantes são definidos por substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis, podendo ser enzimáticos ou não enzimáticos, tais como: α -tocoferol (vitamina E), β -caroteno, ascorbato (vitamina C) e os compostos fenólicos (flavonóides).

7.3 Capim Limão

O *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf, conhecido popularmente como Capim Limão, erva-cidreira ou capim-santo, é originário da Índia, desenvolvendo-se em todo o Brasil. Seu uso é largamente difundido de norte a sul do país na forma de chá, de aroma e sabor agradáveis. É uma espécie vegetal que inclui aproximadamente 668 gêneros e 9.500 espécies distribuídas universalmente, com grande importância econômica. O Brasil é um dos países onde essa planta está perfeitamente aclimatada (NEGRELLE & GOMES, 2007).

Seu uso é indicado como antiespasmódico, analgésico, anti-inflamatório, antipirético, diurético e sedativo. O principal constituinte químico do óleo essencial do capim-limão é o citral, que é de grande interesse pelas indústrias farmacêuticas e de cosméticos (MATOS, 1994; LORENZI & MATOS, 2002).

A espécie *C. citratus* foi descrita inicialmente como *Andropogon citratus* por De Candolle e re-classificado por Otto Stapf. O nome desse gênero, *Cymbopogon*, deriva de kymbe (barco) e pogon (barba); em referência ao arranjo da sua inflorescência (tipo espiguetas) (GOMES & NEGRELLE, 2003).

É uma espécie perene de porte herbáceo, cujas folhas são longas e reúnem-se

na base formando touceiras compactas, tendo em média 100 cm de comprimento e 1,5 a 2,0 cm de largura. Não suporta regiões muito frias, sujeitas a geada. Apresenta formato linear-lanceolado, com ápice acuminado e cor verde-pálida. É alterna, plana, ereta, áspera e aromática com odor de limão. A lâmina foliar é glabra, com bainha larga e aberta. A nervação é paralela, sendo a nervura mediana evidente e estriada. A margem é hispida, possuindo tricomas rígidos e cortantes (DUARTE & ZANETI, 2004). Possui rizoma semi-subterrâneo e sua propagação é assexuada por divisão de touceiras e realizada em campo.

O componente mais importante do óleo essencial do *C. citratus* é o citral (40% a 80%), enquanto o β -mirceno e o geraniol compõem a maior parte da porcentagem restante. O citral é uma mistura de isômeros, geranial (α -citral) e neral (β -citral) (FERREIRA & FONTELES, 1989; LEWINSOHN et al., 1998; BARBOSA et al., 2008). As estruturas químicas destes isômeros estão apresentadas no anexo 6.

Geralmente a síntese e o acúmulo dos óleos essenciais se associam à presença de estruturas histológicas especializadas, encontradas frequentemente sobre ou nas proximidades da superfície das plantas, como células oleíferas, pêlos secretores, canais e glândulas secretoras (SIMÕES & SPITZER, 2003). Duarte e Zaneti (2004) verificaram a presença de substâncias de natureza lipofílica coincidindo com o estudo desenvolvido por Carvalho *et al.* (2001).

O óleo essencial de *C. citratus* é encontrado em células oleíferas distribuídas do lado abaxial da folha (LEWINSOHN *et al.*, 1998), concordando com o trabalho de Ferro *et al.* (1996). O óleo possui aspecto de uma substância líquida pouco densa, de cor brilhante, que vai do amarelo-claro ao marrom, de odor muito característico. Para seu enquadramento como produto comercializável, há necessidade de apresentar, no mínimo, 75% de citral (ALMEIDA & CANECCHIO FILHO, 1973).

O chá de suas folhas é utilizado popularmente no Brasil como antiespasmódico, analgésico, anti-inflamatório, antipirético, diurético e sedativo (CARLINI *et al.*, 1986) e seu óleo essencial é amplamente utilizado pelas indústrias de perfumes e cosméticos (FERREIRA & FONTELES, 1989).

Sua ação calmante e antiespasmódica é atribuída à presença do citral e a atividade analgésica, ao mirceno (MATOS, 1994). É empregado como antisséptico,

aromatizante de ambiente e, principalmente, como material de partida para síntese da Vitamina A (LORENZI & MATOS, 2002). Atualmente, o óleo essencial de capim-limão tem sido foco de estudos no combate ao câncer e a AIDS (PUATANACHOKCHAI *et al*, 2002; WRIGHT *et al*, 2009). Outras atividades do óleo essencial de *C. citratus* constatadas são: antimicrobiana; antifúngica, repelente de insetos e antioxidativa.

Por essas inúmeras aplicações, o óleo essencial do Capim Limão é bastante procurado no mercado nacional e internacional e possui preços considerados extremamente compensadores.

7.4 Antioxidantes

Antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade de oxidação através de um ou mais mecanismos, tais como a inibição de radicais livres e complexação de metais (DUARTE-ALMEIDA *et al*, 2006). Do ponto de vista da química, os antioxidantes são um conjunto heterogêneo composto por aromáticos que contêm, no mínimo, uma hidroxila. Essas substâncias geralmente são vitaminas, minerais, pigmentos naturais, compostos vegetais e enzimas, que bloqueiam o efeito oxidativo dos radicais livres (FIB, 2009).

De acordo com a FIB (2009), o termo antioxidante significa “que impede a oxidação de outras substâncias químicas”. Essa oxidação pode ocorrer nas reações metabólicas por fatores exógenos, como as radiações ionizantes.

Claude Berthollet, em 1797, foi o primeiro a registrar o retardamento das reações oxidativas por determinados compostos, e depois, em 1817, esclarecido por Humphry Davy (FIB, 2009).

Os antioxidantes são classificados pelo FIB (2009) em:

- Antioxidantes primários: compostos por fenóis que removem ou inativam os radicais livres, através da doação de átomos de hidrogênio, interrompendo a reação em cadeia (anexo 7).

O átomo de hidrogênio ativo do antioxidante é absorvido pelos radicais livres R^* e ROO^* . Assim formando uma espécie inativa para a reação em cadeia e um radical inerte (A^*), sendo que este radical inerte não tem a capacidade de iniciar as reações oxidativas.

Podemos citar o grupo dos polifenóis, como butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e propilgalato (PG), que são sintéticos, e os tocoferóis, que são naturais, e podem também ser classificados como antioxidantes biológicos.

- Sinergistas: possuem pouca ou nenhuma ação antioxidativa, mas em conjunto com os antioxidantes primários podem aumentar sua atividade antioxidante.
- Removedores de oxigênio: atuam capturando o oxigênio através de reações químicas estáveis, o que os tornam ineficientes na ação propagadora da autoxidação. Os removedores de oxigênio são representados principalmente pelo ácido ascórbico, seus derivados e isômeros.
- Antioxidantes biológicos: compostos pelas enzimas, como a glucose oxidase, superóxido dismutase e catalase. Estas enzimas atuam removendo o oxigênio ou compostos altamente reativos de um sistema alimentício.
- Os agentes quelantes/sequestrantes: complexam íons metálicos, como o cobre e ferro, que aumentam a ação oxidativa lipídica. Reagem compartilhando um par de elétrons promovendo a ação de complexação. Os mais comuns agentes quelantes são o ácido cítrico e seus sais, fosfatos e sais de ácido etileno diamino tetra acético (EDTA).
- Os antioxidantes mistos: são os mais estudados como antioxidantes em alimentos e incluem compostos de plantas, como as proteínas hidrolisadas, flavonoides e derivados do ácido cinâmico (ácido cafeíco).

Os antioxidantes sintéticos mais usados nas indústrias são o BHA, BHT, PG e TBHQ. No anexo 8 podem ser visualizadas suas estruturas fenólicas, que permitem a doação de um próton a um radical livre, interrompendo a ação oxidativa por radicais livres.

Os antioxidantes naturais (anexo 9, 10 e 11) são compostos por substâncias antioxidativas, como a vitamina E (α -tocoferol), vitamina C (ácido ascórbico), beta-caroteno, zinco, flavonóides e pelo selênio. Ainda existem algumas enzimas como a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathionperoxidase (GPx). Além das

vitaminas, enzimas e minerais é possível encontrar outros nutrientes como a coenzima Q10, ácido urônico e, atualmente, as plantas chamadas fitoquímicas estão sendo estudadas por suas atividades antioxidantes e seu potencial de estímulo à saúde (FIB, 2009).

7.5 Extratos

Os extratos já são utilizados pelo homem desde os ancestrais romanos, como inseticida. De acordo com Balandrin *et al.* (1985) as plantas possuem a capacidade de armazenar algumas substâncias orgânicas, as mesmas podem ser extraídas.

Inicialmente, os extratos foram desenvolvidos na indústria farmacêutica, logo após a indústria alimentícia, impulsionada pela geração saúde, começou também a desenvolver extratos.

O extrato pode ser definido pela relação entre a quantidade do produto tratado e a quantidade do extrato extraído, e também como preparações concentradas, que podem ter diferentes consistências, e são obtidas de drogas vegetais (são aquelas que sua coleta e preparação justificam o seu uso na medicina) ou plantas frescas, através de um solvente apropriado. Mais tarde há uma evaporação total ou parcial e ajuste do concentrado a padrões já estabelecidos (OLIVEIRA E AKISUE, 1997).

O processo de preparação do extrato se dá por duas etapas: a separação dos compostos utilizando solventes e concentração por eliminação mais completa possível do solvente.v

7.6 Oxidação versus Redução

Do ponto de vista químico, uma reação de oxidação e redução, é aquela em que acontece a transferência de elétrons, através do contato com o ar, quando expostos à temperatura e pressão ambiente, podendo ocorrer de outras formas. Para essa reação acontecer deve-se ter uma substância que perca elétrons, ou seja, se oxida, e outra substância que ganhe elétrons, ou seja, se reduz (JARDIM; CANELA, 2004). Por definição, o eletrodo em que ocorre a oxidação é chamado de ânodo e o eletrodo em que ocorre a redução é chamado de cátodo. Os elétrons liberados no ânodo fluem para o cátodo (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

7.7 Oxidação versus Corrosão

Segundo Gentil (1996), num aspecto muito difundido e aceito universalmente pode-se definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos. Já a oxidação pode ser compreendida como a perda de elétrons de compostos ou substâncias.

A corrosão metálica é um processo espontâneo, em que ocorre a destruição completa do material. A corrosão é resultado de reações químicas e eletroquímicas que ocorrem na superfície do metal (GENTIL, 1996). A corrosão pode ser associada à degradação do metal, perda de massa e redução de suas propriedades mecânicas e físico-químicas (OLIVEIRA, 2012).

Sendo assim, pode-se afirmar que toda oxidação é uma corrosão, mas nem toda corrosão é uma oxidação.

7.8 Aço 1020

O aço é uma liga à base de ferro, deformável no estado sólido, com até 2% de carbono, podendo conter outros elementos como, por exemplo, Cr, Mn, Si, Ni, entre outros (SERGIO, 2001).

O aço é um tipo de material metálico usado na confecção de peças, ferramentas ou estruturas e apresenta alta resistência mecânica, boa retenção de corte, baixo custo e alta resistência a corrosão (aço inox), o que o torna um dos metais mais utilizados (SERGIO, 2001; PALMEIRA, 2005).

A Society of Automotive Engineers – EUA (SAE) criou uma classificação dos aços, sendo que esta é uma das mais utilizadas para identificar aço de baixa liga e do tipo aço carbono. Esta classificação é utilizada pela American Iron and Steel Institute – EUA (AISI), por isso muitas vezes é comum encontrar a classificação denominada como SAE/AISI (LAUD ARAMES, 2015).

A norma SAE é classificada com 4 ou 5 dígitos, quando necessário. No primeiro algarismo está indicado quais são os elementos principais, onde se tem: Aço ao carbono 1, Aço manganês 2, Aço ao níquel 3, Aço ao níquel – cromo 4, Aço ao molibdênio – cromo 5, Aço ao cromo 6, Aço ao cromo – vanádio 7, Aço ao tungstênio 8, Aço ao níquel – molibdênio 9, Aço ao silício. Já no segundo algarismo tem-se a concentração dos principais constituintes. No terceiro e quarto dígitos ou quinto, quando necessário, tem-

se a concentração de carbono ao aço. O quinto dígito é usado quando se tem concentrações de carbono acima de 1%. Pode-se visualizar melhor a classificação SAE no anexo 12.

O aço 1020, por exemplo, segundo a classificação da SAE, deve possuir um teor de 0,18-0,23% de carbono, de 0,30-0,60% de manganês, um máximo de 0,040% de fósforo e 0,050% no máximo de enxofre. Sendo que, o ferro completa o restante da constituição juntamente com os demais, sendo ele, o maior constituinte.

O aço 1020 é um dos aços mais comuns, possui excelente plasticidade e soldabilidade e baixo custo. Ele é utilizado em peças mecânicas como engrenagens, eixos, colunas e catracas (GGD METALS, 2015).

8. Metodologia

Para a análise da oxidação das chapas metálicas serão usadas três metodologias: Titulação permanganométrica, pesagem e o método visual. Primeiramente, serão cortadas chapas de aço 1020 em 8 pedaços, cada um com 9 cm² de área total. Em seguida, será realizada a preparação da superfície: Em seguida as chapas serão polidas com uma lixa de granulometria 400. Após, as mesmas serão limpas com um pano de algodão seco e pesadas.

8.1 Extratos

Para a preparação do extrato da babosa serão extraídos, primeiramente, o gel presente dentro da folha, numa massa de cerca de 100 g. Após a extração, o gel será armazenado sob refrigeração à 10 °C por 15 dias. Em seguida, o gel será colocado em um liquidificador e adicionado 100 mL de água. A solução resultante será filtrada com o auxílio de uma peneira. E por fim, levado ao fogo, em banho maria, numa temperatura de aproximadamente 75°C e cozido durante um período de 7 horas, visando a evaporação de toda a água presente na solução (EEPA, 2013).

Já para o preparo do extrato do capim limão e do alecrim será usada a seguinte metodologia: as amostras vegetais serão trituradas na proporção de 100 g da amostra vegetal fresca/100mL de água destilada esterilizada + 50 mL de álcool etílico hidratado (92,8°), passando em seguida, por um processo de extração por maceração por um período de 48 horas. Posteriormente, os extratos serão filtrados com o auxílio de papel

de filtro.

8.2 Titulação Permanganométrica

Para as titulações permanganométricas serão preparadas soluções de ácido sulfúrico 1 M para poder proceder com a abertura das amostras, neste caso as chapas. As mesmas serão misturadas com o extrato das plantas. A solução de ácido sulfúrico será misturada ao extrato numa proporção de 100 mL de extrato para cada 25 mL de ácido. Tal proporção foi definida com o intuito de não deixar a solução de ácido sulfúrico com uma molaridade muito baixa. Pois poderia influenciar no tempo de abertura das amostras.

Em cada solução, dos diferentes extratos, será imersa uma chapa de aço 1020. Também será preparado um experimento controle, em que uma chapa será mergulhada em solução ácida sem a adição de extrato de plantas. Após o período de uma semana, serão retiradas alíquotas de 5ml das soluções de cada um dos experimentos nas quais as chapas se encontram imersas. A titulação permanganométrica será feita em triplicata para cada solução. Esta titulação servirá para analisar e calcular a concentração de íons Fe^{+2} em cada uma das soluções. O Fe^{+2} será provido das chapas de aço 1020 devido a abertura das amostras. Desta forma, será possível comparar a quantidade de íons Fe^{+2} em cada um dos testes, permitindo avaliar o quanto cada um dos extratos de planta conseguiu inibir a oxidação nas chapas de aço.

8.3 Visualização

A metodologia visual consiste em avaliar, visualmente e com registro fotográfico, o aspecto das chapas que serão expostas às soluções dos extratos das plantas. Assim, quatro chapas de aço 1020 serão mergulhadas em soluções, sendo 3 delas nos extratos das plantas estudadas e 1 apenas em solução ácida. Após um tempo de contato com as soluções, as chapas serão removidas e expostas ao ar livre, durante o período de um mês. A cada intervalo de quatro dias as chapas serão observadas e fotografadas.

8.4 Pesagem

Neste método as chapas serão pesadas antes e após serem imersas em uma solução de 25 mL de ácido sulfúrico 1 M e o extrato equivalente a 100 g da planta em 100 mL. Estas pesagens serão realizadas em um intervalo de 1 semana. Após a conclusão dos experimentos, os valores das pesagens serão comparados entre si.

8.5 Tratamentos dos Rejeitos

Para o tratamento dos rejeitos serão utilizadas as normas para coleta, tratamento

e armazenagem de resíduos químicos da UFPR (2015). Ao fim das análises os rejeitos deverão ser filtrados em papel filtro afim de retirar qualquer sobra de ferro que possa existir. Em seguida, para a solução de ácido sulfúrico contendo o extrato, será ajustado o pH entre 7 a 9, e então será descartado na pia.

9. Cronograma

	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Aprofundamento bibliográfico	X	X	X	X	X	X
Preparação dos extratos	X	X				
Preparação das amostras	X	X				
Análises das chapas		X	X	X	X	
Análise dos dados para montagem do projeto final					X	X
Formulação de um artigo científico					X	X
Apresentação do projeto final						X

Referências

ALMEIDA, T. de C.; CANECCHIO FILHO, V. **Principais culturas**. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, 2 v. ilustr.

ALONSO, J. R. **Tratado de fitomedicina, bases clínicas e farmacológicas**. Ed. Isis, Argentina, 1 ed, 24 pp., 1998.

ANTHERTON, P. **Aloe vera revisited**. In British journal of Phytotherapy. Vol. 4, No. 4. Inglaterra, 1997.

ARAUJO, P.S. et al. Micropropagação de Babosa (*Aloe Vera Liliaceae*). **Biotecnologia ciência e Tecnologia**, n.25, p. 54-57, 2002.

AZEVEDO, R. S.; **Medicina Alternativa: A utilização da Alovera como coadjuvante no tratamento oncológico**; Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio FIOCRUZ/ Ministério da Saúde; Capítulo 2, 2005.

BACH, D. B., LOPES, M. A. **Estudo da viabilidade econômica do cultivo da babosa (*Aloe vera L.*)**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 4, p. 1136-1144, 2007.

BALANDRIN, M. F. , KJOKE, A. J., WUTERLE, E.. **Natural plant chemicals: sources of industrial and mechanical materials**. 1985.

BARBOSA L. C. A.; PEREIRA, U. A.; MARTINAZZO, A. P.; MALTHA, C. R.; TEIXEIRA, R. R.; MELO, E. C. **Evaluation of the chemical composition of Brazilian commercial *Cymbopogon citratus* (D.C.) stapf samples**. Molecules, v.13, n.8, p.1864- 1874, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC nº 37, de 6 de julho de 2009, trata da admissibilidade das Farmacopeias estrangeiras**. Brasília – DF, 2009.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.

CARLINI, E. A.; CONTAR, J. D. P.; SILVA-FILHO, A. R.; SILVEIRA-FILHO, N. G.; FROCHTENGARTEN, M. L.; BUENO, O. F. **Pharmacology of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf)** I.

Effects of teas prepared from the leaves on laboratory animals.

Journal of Ethnopharmacology, v.17, n.1, p.37–64, 1986.

CAETANO A. C. S. **Potencial antioxidante de extratos de resíduos de acerolas (*Malpighia Emarginata D.C*) em diferentes sistemas modelos e na estabilidade oxidativa do óleo de soja.** UFRPE: Recife, 2009.

CARVALHO, V. M.; MORALES, S.; TAKEDA, G. M.; MILANEZE, M. A.; MARQUES, L. C. **Morfo-anatomia das folhas de duas espécies de Poaceae de importância medicinal: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf e *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle.** Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Farmacognosia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001, p. 23- 24.

DUARTE, M. R.; ZANETI, C. C. **Estudo farmacobotânico de folhas de capim-limão: *Cymbopogon citratus* (DC.) STAPF, Poaceae.** Visão Acadêmica, v.5, p. 117-124, 2004.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; et. al. **Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β - caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. p. 446-452, 2006.

DUTRA, V. C. **Identificação de plantas medicinais.** Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 2011.

EEPA – VII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. ***Aloe vera*: Extrato a base de seu gel e usos.** Paraná, 2013.

FERREIRA, M. S. C.; FONTELES, M. C. **Aspectos etnobotânicos e farmacológicos do *Cymbopogon citratus* Stapf (capim limão).** Revista Brasileira de Farmácia, v.70, p.94- 97, 1989.

FERRO, V.O.; OLIVEIRA, I.; JORGE, L. I.F. **Diagnose comparativa de três espécies vegetais comercializadas como “ervas cidreira” *Lippia alba* (Mill) N.E.Br.exBritt & Wilson, *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf e *Melissa officinalis* L.** LECTA-USF, v.14, p.53-63, 1996.

FOOD INGREDIENTS BRASIL (FIB). **Os antioxidantes.** n. 6, p. 16-30, 2009.

GENTIL, V. **Corrosão.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

GENTIL, V. **Corrosão.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABDR, 1996. 345 p.

GGD METALS. **Aço construção mecânica.** Disponível em: <
<http://www.ggdmetals.com.br/cat/1020.pdf> > Acesso em: 15 maio 2015.

GOMES, E.C.; NEGRELLE, R.R.B. **Cymbopogon citratus (D.C.) Stapf: Aspectos botânicos e ecológicos.** Visão Acadêmica. v. 4, n. 2, p. 137 - 144, 2003

JARDIM W. F., CANELA M. C. **Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos.** UNICAMP: Campinas, 2004.

LANGMEAD, L.; MAKINS, R.J.; RAMPTON, D.S. **Antiinflammatory effects of Aloe vera gel in human colorectal mucosa in vitro.** Alimentary Pharmacology & Therapeutics, n.19, p.521-7, 2004.

LAUDE ARAMES. **Classificação SAE.** Disponível em: <
http://www.laudarames.com.br/classificacao_sae.html> Acesso em: 15 maio 2015.

LEWINSOHN, E.; DUDAI, N.; TADMOR, Y.; KATZIR, I.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E.; JOEL, D. M. **Histochemical localization of citral accumulation in lemongrass leaves (Cymbopogon citratus (DC.) Stapf, Poaceae).** Ann.Bot., v. 81, p. 35-39, 1998.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H. & MATOS, F. J. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas/** Francisco José de Abreu Matos/ Primeira Edição/ Instituto Plantarum/Nova Odessa/ 512 pp. 2006.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. **Potencial antioxidante de extratos de sementes de limão (Citrus limon)** - Campinas – SP, 2010.

MATOS, A. F. J. **Farmácias vivas.** EUFC: Fortaleza, 1994.

MORAIS, S. M., et al. **Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil: Ação antioxidante.** 2009.

NEGRELLE, R. R. B.; GOMES, E. C. **Cymbopogon citratus (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.9, n.1, p.80-92, 2007

Normas de Coleta, Tratamento e Armazenagem de Resíduos Químicos da UFPR.

2015. Disponível em:<<http://people.ufpr.br/~dga.pcu/NORMAS%20atualizada.pdf>>
Acesso em: 09 junho 2015.

OLIVEIRA A. R. **Corrosão e tratamento de superfície**. IFPA: Belém; UFSM: Santa Maria, 2012. 104 p.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.. **Fitoterapia In: Fundamentos da farmacobotânica**. 2^a ed. São Paulo: Atheneu, 1997.

PALMEIRA, A. A. **Aços para construção mecânica**. UERJ: Rio de Janeiro, 2005.

PENTEADO, J. G.; CECY, A. T. **Alecrim – *Rosmarinus officinalis* L. Labiatae (Lamiaceae): Uma Revisão Bibliográfica**, 2005.

PEUSER, M. **Os capilares determinam nosso destino – Aloe Imperatriz das plantas medicinais**. Editora Disal. São Paulo, 2003.

PUATANACHOKCHAI, R.; KISHIDA, H.; DENDA, A.; MURATA, N.; KONISHI, Y.; VINITKETKUMNUEN, U. **Inhibitory effects of lemon grass (*Cymbopogon citratus*, Stapf) extract on the early phase of hepatocarcinogenesis after initiation with diethylnitrosamine in male Fischer 344 rats**. Cancer Letters, v. 183, n.1, p.9-15, 2002.

SEARA, M. **Aloe Vera**. 2009. Disponível em:<<http://aplantaaloevera.blogspot.com.br/2009/06/planta.html>> Acesso em: 09 maio 2015.

SERGIO, P. **Classificação geral dos aços**. CEFET: São Paulo, 2001.

SILVA, A. R. da. **Aromaterapia em dermatologia e estética**. Editora Roca, São Paulo, 2004.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P. de; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora de UFSC, 2003.

SOUSA, C. M. de M.; SILVA, H. R.; JUNIOR, G. M. V.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S. da; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. de M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. **Fenóis Totais e Atividade Antioxidante de Cinco Plantas Medicinais**, Piauí: Química Nova, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

STEVENS, N. **O Poder Curativo da Babosa – Aloe vera**. Editora Madras. São Paulo, 2004.

WRIGHT, S. C.; MAREE, J. E.; SIBANYONI, M. **Treatment of oral thrush in HIV/AIDS patients with lemon juice and lemon grass (*Cymbopogon citratus*) and gentian violet**. *Phytomedicine*, v.16, p.118–124, 2009.

ANEXOS

Anexo 1: Substâncias existentes na Babosa

Substâncias existentes na Babosa
Ligninas e Saponinas
Antraquinonas: aloína, isobarbaloína, antracena, ácido cinâmico, emodina, emodina de aloe, éster de ácido cinâmico, barbalopina, óleos estéreos, antranol, ácido aloético, resistanóis, ácido crisofânico.
Vitaminas: betacaroteno, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina E, ácido fólico, vitamina C, vitamina B6, colina
Monossacarídeos e polissacarídeos: celulose, glicose, manose, galactose, arabinose, aldonentose, L-ranose, ácido glucorônico
Enzimas: oxidase, amilase, catalase, lipase, alinase
Taninos e esteróides

Fonte: SILVA, 2004.

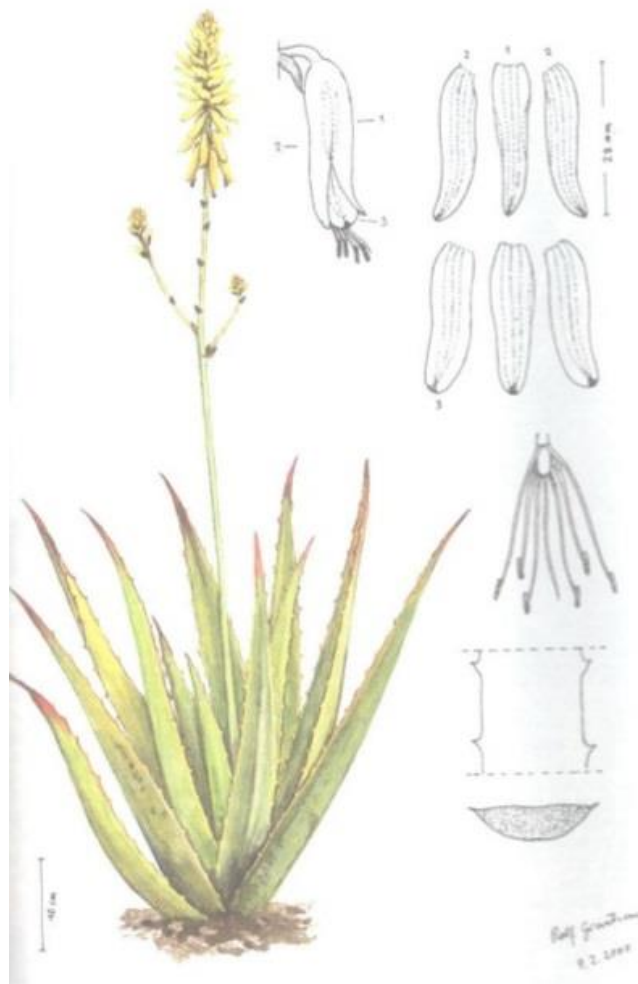
Anexo 2: Valores quantitativos das substâncias presentes na Babosa

Substâncias	Valores quantitativos em mg/L
Cálcio	18,6
Magnésio	3,1
Sódio	12,7
Ferro	44,0
Manganês	4,5
Carbonato de potássio	31,4
Zinco	1,7
Aminoácidos	-
Lisina	0,09
Valina	0,36
Teorina	0,33
Leucina	0,09
Isoleucina	0,07
Fenilalanina	0,08
Arginina	0,12

Ácido aspártico	1,75
Serina	1,27
Ácido glutâmico	4,7
Prolina	0,25
Alanina	0,06
Tirosina	0,06
Cistina	0,04

Fonte: AZEVEDO, R. S.; 2005.

Anexo 3: *Aloe vera*



Fonte: AZEVEDO, R. S.; 2005.

Anexo 4: Planta Alecrim



Fonte: SC, Ruy. **Alecrim**. 2015. Disponível em:
<<http://www.fotosantesedepois.com/alecrim/>>. Acesso em: 21 maio 2015.

Anexo 5: Composição química do óleo essencial extraído das folhas de
Rosmarinus officinalis L

Pico %	TR	Compostos
1 19,8	8.41	α -pineno
2 2,8	8.75	canfeno
3 0,4	8.85	n.i.
4 1,1	9.59	β -pineno
5 1,7	9.87	5-metil 3-heptanona
6 24,2	10.51	β -mirceno
7 1,3	10.73	3-octanol
8 22,2	11.84	1,8 cineol
9 0,4	12.61	γ terpineno
10 0,4	13.66	α -terpinoleno
11 0,5	14.89	eucarvone

12 3,8	15.75	cânfora
13 2,0	16.74	2,3,3-trimetil-1,4-pentadieno
14 1,1	17.00	terpineno-4-ol
15 2,5	17.89	α -terpineol
16 9,3	18.41	verbenona
17 0,9	20.86	Acetato de bornila
18 2,3	25.60	β -cariofleno
19 0,4	26.63	α –humuleno
20 0,1	30.65	Óxido de cariofleno
21 0,6	35.82	Nerolidol
22 1,5	36.27	Linalol
23 0,1	38.32	β -bisaboleno
24 0,2	38.52	Farnesol

25

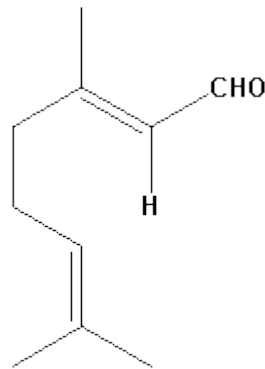
38.78

n.i.

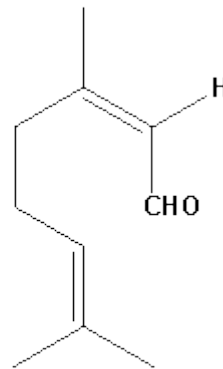
0,5

Fonte:(RIBEIRO1, D.,2012).

Anexo 6: Isomêros do Citral



Citral-a (Geranial)
(*trans* form)

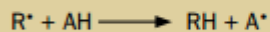
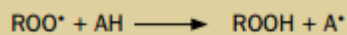


Citral-b (Neral)
(*cis* form)

Fonte: CARBAJAL, M. A. M. **Química de plantas medicinales, aromáticas y tóxicas**. 2014. Disponível em:

<<http://manuelminteguiaga.blogspot.com.br/2014/12/quimica-de-plantas-medicinales.html>>. Acesso em: 14 out. 2015.

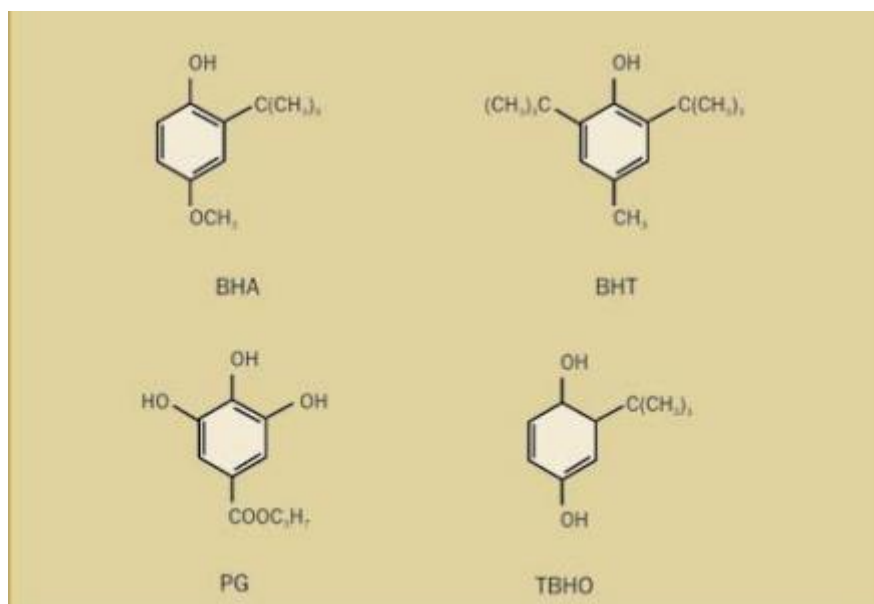
Anexo 7: Mecanismo de ação de antioxidantes primários



onde: ROO* e R* - radicais livres; AH - antioxidante com um átomo de hidrogênio e A* - radical inerente

Fonte: FIB, 2009.

Anexo 8: Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos



Fonte: FIB, 2009.

Anexo 9: Frutas e plantas com ativos antioxidativos

Alimento ou derivado	Componente com ação antioxidativa
Açaí, cacau, guaraná, chá verde, chá branco, chá vermelho	Polifenóis (catequinas, taninos)
Café verde, mate, alecrim	Ácidos fenólicos (ácido clorogênico, ácido rosmarínico)
Açaí, uva, morango, hibisco	Antocianinas
Tomate, pitanga, buriti	Carotenóides
Acerola, camu-camu, frutas cítricas	

Fonte: FIB, 2009.

Anexo 10: Plantas com potencial antioxidante

Planta	Nome Popular	Parte utilizada	Intervenção	Dose	Referência
<i>Panax ginseng</i>	Ginseng	Folhas	Extrato aquoso	40 e 200 mg Kg ⁻¹	Jung et al. (2005)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Feijão-base, feijão-comum, feijoeiro	Vagens	Extrato aquoso	200 mg Kg ⁻¹	Venkateswaran et al. (2002)
<i>Quercetin alleiates</i>	-	-	-	50 e 80 mg Kg ⁻¹	Mahesh & Menon (2004)
<i>Scoparia dulcis</i>	Vassourinha-doce	Toda a planta	Extrato aquoso	200 mg Kg ⁻¹	Pari & Latha (2004)
<i>Syzygium cumini</i>	Jambolão, Jamelão, Jaleão	Sementes	Extrato aquoso	2,5 e 5,0 g Kg ⁻¹	Prince et al. (1998)
<i>Tinospora cordifolia</i>	-	Raiz	Extrato alcoólico	100 mg Kg ⁻¹	Prince et al. (2004)
<i>Trigonella foenum graecum</i>	Feno-grego	Sementes	Extrato aquoso	2 g Kg ⁻¹	Anuradha & Ravikumar (2001)

Fonte: Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.13, n.3, p.367-373, 2011.

Anexo 11: Plantas com potencial antioxidante

Planta	Nome Popular	Parte utilizada	Intervenção	Dose	Referência
<i>Aegle marmelos</i>	-	Fruto	Extrato aquoso	125 e 250 mg Kg ⁻¹	Kamalakkannan & Stanley (2003)
<i>Allium cepa</i>	Cebola	-	Solução de <i>Allium cepa</i>	0.4 g A. cepa/rato	Campos et al. (2003)
<i>Allium sativum</i>	Alho	-	Extrato metanólico	250 e 500 mg Kg ⁻¹	Rajani et al. (2008)
<i>Aloe vera</i>	Aloe vera	Folhas	Extrato gel	300 mg Kg ⁻¹	Rajasekaran et al. (2005)
<i>Andrographis paniculata</i>	-	Folhas	Extrato aquoso	400 mg Kg ⁻¹	Dandu & Inamdar (2009)
<i>Annona squamosa</i>	Pinha ou Ateira	Folhas	-	-	Panda & Kar (2007)
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata de vaca	Folhas	Extrato aquoso	500, 600 e 1000 mg Kg ⁻¹	Volpato et al. (2008)
<i>Brassica oleracea</i>	Couve	Flores	Frações de MeOH, CH ₂ Cl ₂ , BuOH	100 e 200 mg Kg ⁻¹	Cho et al. (2006)
<i>Camellia sinensis</i>	Chá verde	Folhas	Extrato aquoso	500 mg Kg ⁻¹	Sabu et al. (2002)
<i>Casearia esculenta</i>	-	Raiz	Extrato aquoso	200 e 300 mg Kg ⁻¹	Prakasam et al. (2003)
<i>Cassia fistula</i>	Chuva de ouro	Flores	Extrato aquoso	20 g Kg ⁻¹	Manonmani et al. (2005)
<i>Commelina communis</i>	-	-	Extrato e pó	-	Shibano et al. (2008)
<i>Coccinia indica</i>	-	Folhas	Extrato etanólico	200 mg Kg ⁻¹	Venkateswaran & Pari (2003)
<i>Gymnema montanum</i>	-	Folhas	Extrato alcoólico	200 mg Kg ⁻¹	Ananthan et al. (2003)
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo biloba	Folhas	Extrato aquoso	200 mg Kg ⁻¹	Rudge et al. (2007)
<i>Gongronema latifolium</i>	-	Folhas	Extrato aquoso e etanólico	100 mg Kg ⁻¹	Ugochukwu & Coboume (2003)
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Quiabo-roxo; vinagreira; caruru-azedo	Flores	Extrato Etanólico	100 e 200 mg Kg ⁻¹	Farombi & Ige (2007)
<i>Laminaria japonica</i>	Algas Kombu	Taló	Extrato aquoso	100 mg Kg ⁻¹	Jin et al. (2004)
<i>Matricaria chamomilla</i>	Camomila	Folhas	Extrato Etanólico	20, 50 e 100 mg Kg ⁻¹	Cemek et al. (2008)
<i>Morus bombycis koidzumii</i>	-	Raiz	-	200-800 mg Kg ⁻¹	Heo et al. (2007)
<i>Morus indica</i>	Amora	Folhas	Pó das folhas	25%	Andalu & Varadacharyulu (2003)

Fonte: Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.13, n.3, p.367-373, 2011.

Anexo 12: Classificação do aço.

SAE/AISI	C (%)	Mn (%)	P. Máx (5)	S. Máx (%)
1005	0,06 Máx.	0,35 Máx.	0,040	0,050
1006	0,08 Máx.	0,25 - 0,40	0,040	0,050
1008	0,10 Máx.	0,30 - 0,50	0,040	0,050
1010	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1012	0,10 - 0,15	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1013	0,11 - 0,16	0,50 - 0,80	0,040	0,050
1015	0,13 - 0,18	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1016	0,13 - 0,18	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1017	0,15 - 0,20	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1018	0,15 - 0,20	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1019	0,14 - 0,20	0,70 - 1,00	0,030	0,035
1020	0,18 - 0,23	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1021	0,18 - 0,23	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1022	0,18 - 0,23	0,70 - 1,00	0,040	0,050
1023	0,20 - 0,25	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1025	0,22 - 0,28	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1026	0,22 - 0,28	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1029	0,25 - 0,31	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1030	0,28 - 0,34	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1035	0,32 - 0,38	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1037	0,31 - 0,38	0,70 - 1,00	0,030	0,035
1038	0,35 - 0,42	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1039	0,37 - 0,44	0,70 - 1,00	0,040	0,050
1040	0,37 - 0,44	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1042	0,40 - 0,47	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1043	0,40 - 0,47	0,70 - 1,00	0,040	0,050
1044	0,43 - 0,50	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1045	0,43 - 0,50	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1046	0,43 - 0,50	0,70 - 1,00	0,040	0,050
1049	0,46 - 0,53	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1050	0,48 - 0,55	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1053	0,48 - 0,55	0,70 - 1,00	0,040	0,050
1055	0,50 - 0,60	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1059	0,55 - 0,65	0,50 - 0,80	0,040	0,050
1060	0,55 - 0,65	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1064	0,60 - 0,70	0,50 - 0,80	0,040	0,050
1065	0,60 - 0,70	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1069	0,65 - 0,75	0,40 - 0,70	0,040	0,050
1070	0,65 - 0,75	0,60 - 0,90	0,040	0,050
1074	0,70 - 0,80	0,50 - 0,80	0,040	0,050
1075	0,69 - 0,80	0,40 - 0,70	0,040	0,035
1078	0,72 - 0,85	0,30 - 0,60	0,040	0,050
1080	0,75 - 0,88	0,60 - 0,90	0,040	0,050

Fonte: Laud Indústria e Comércio de Arames LTDA, 2015.