



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

CATIELI OLIVEIRA DE SOUSA

**IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS EM PLANTAS DA
BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA VISANDO À
OBTENÇÃO DE COAGULANTES NATURAIS**

ARIQUEMES - RO

2017

Catieli Oliveira de Sousa

**IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS EM PLANTAS DA
BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA VISANDO À
OBTENÇÃO DE COAGULANTES NATURAIS**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial à obtenção do Grau de Licenciada em Química.

Prof. Orientador: Ms. Jhonattas Muniz de Souza

Prof. Coorientador: Ms. Rafael Vieira

Ariquemes - RO

2017

Catieli Oliveira de Sousa

**IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS EM PLANTAS DA BIODIVERSIDADE
AMAZÔNICA VISANDO À OBTENÇÃO DE COAGULANTES
NATURAIS**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do Grau de Licenciada em Química.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Orientador: Ms. Jhonattas Muniz de Souza
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Ms. Filomena Minetto de Brondanni
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof^a. Ms. Adriana Ema Nogueira
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Ariquemes, 27 de Junho de 2017

Aos meus pais pelos esforços para minha formação.

Aos meus irmãos pelo carinho e apoio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por estar comigo em cada momento da minha vida e que me proporcionou ingressar nesta caminhada acadêmica e agora permitindo a conclusão desta etapa que se encerra com este Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos meus Pais pelo amor incondicional, incentivo, por ser a minha base de apoio.

Aos meus irmãos por acreditar e me incentivar durante todo o curso.

A todos os meus familiares que acreditaram na minha capacidade e torceram por mim, em especial os meus tios Rafael e Maria, que nesta caminhada tornaram-se como meus pais, dando amparo e carinho que sem, eu não teria conseguido chegar até aqui. E ao meu tio Francisco que sempre acreditou que eu conseguiria ingressar e concluir este curso.

A todos os meus colegas de classe pelo companheirismo nesta jornada, em especial àquelas que ultrapassaram o status de colegas e se tornaram amigas que levarei para a vida inteira, que são: Keynete, Geslaine e Fabiana.

A Dona Conceição pelo acolhimento e carinho, uma pessoal que se tornou muito especial.

A todos os meus professores por terem transmitido da melhor forma possível seus conhecimentos.

A todos que fazem ou fizeram parte da equipe FAEMA durante este curso, por de alguma forma ter contribuído para a conclusão desta etapa.

Ao meu Orientador Jhonattas por ter compartilhado de seus conhecimentos, pelo apoio, norteamento em cada momento de dúvida, por conseguir manter-se calmo e me auxiliar mesmo quando me alterava achando que não conseguiria realizar este trabalho.

Ao meu Coorientador Rafael por acreditar neste trabalho, por incentivar e contribuir de forma essencial para a realização do mesmo.

Enfim, a todos que de alguma forma seja direta ou indiretamente contribuíram de maneira positiva ao longo dessa caminhada acadêmica e para a concretização deste trabalho.

“Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos de que as grandes proezas da história foram conquistas do que parecia impossível”.

Charles Chaplin.

RESUMO

A água é essencial para a existência da vida. Esse elemento tão importante precisa estar dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos em lei para estar apto para consumo. Nas Estações de Tratamento de Água- ETAs é onde ocorrem as etapas para que esses padrões sejam alcançados. Uma das etapas mais importante é a coagulação que acontece no início do processo, ocorre por meio de adição de produto químico coagulante, geralmente o sulfato de alumínio. Porém esses coagulantes inorgânicos possuem algumas desvantagens e nos dias atuais ha uma grande busca por coagulantes orgânicos, que são ambientalmente vantajosos. Os taninos se apresentam nesse contexto como possíveis coagulantes sendo de fontes renováveis, podendo ser encontrados em vegetais e que variam em climas e solos diferentes, isso mostra a necessidade de explorar a biodiversidade local para a identificação desses compostos fenólicos. Os resultados obtidos nesse estudo mostrou a presença plantas taníferas na região do Vale do Jamari, que possibilitam o desenvolvimento de novos coagulantes orgânicos.

Palavras-chave: Água para Abastecimento, Biodiversidade Amazônica, Taninos, Coagulantes Orgânicos.

ABSTRACT

Water is essential for the existence of life. This important element must be within the drinking standards established by law to be fit for consumption. At Water Treatment Stations - ETAs are where the steps for these standards are achieved. One of the most important steps is the coagulation that happens at the beginning of the process, occurs by adding coagulant chemical, usually aluminum sulfate. However these inorganic coagulants have some disadvantages and in the present day a great quest for organic coagulants, which are environmentally advantageous. The tannins present in this context as possible coagulants being of renewable sources, can be found in vegetables and that varies in climates and different soils, this shows the need to explore the local biodiversity for the identification of these phenolic compounds. The results obtained in this study showed the presence of tannery plants in the Jamari Valley region, which allow the development of new organic coagulants.

Keys Words: Water for Supply, Amazonian Biodiversity, Tannins, Organic Coagulants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de uma ETA	17
Figura 2: β -1,2,3,4,6-pentagalactil-D-glicose	21
Figura 3: Modelo de estrutura de tanino condensado	23
Figura 4: Estrutura do agente coagulante tanfloc da empresa Tanac S. A.	24
Figura 5: Formação de complexo entre os compostos fenólicos e cátions de ferro III	30
Figura 6: Resultado dos testes nas amostras Cássia do Nordeste (1), Goiabeira (2) e Mangueira (3).....	32
Figura 7: Resultados dos testes nas amostras cacau (4) e cupuaçu (5).....	32
Figura 8: Resultado dos testes na amostra do maracujá (6).....	33
Figura 9- Extrato das folhas da Castanha do Para (1), Copaíba (2), Ipê amarelo (3), Seringa (4) e Ipê Roxo (5).....	34
Figura 10: Extrato das cascas da Seringa (6), Copaíba (7), Castanha do Pará (8), Ipê Amarelo (9) e Ipê Roxo (10).....	34
Figura 11: Resultado dos testes nas amostras Castanha do Pará (1) e Seringa (3).36	
Figura 12: Resultados dos testes nas amostras da Copaíba (2) e Ipê Roxo (5)	36
Figura 13: Resultados dos testes na amostra do Ipê amarelo (4).....	37
Figura 14: Resultado dos testes na amostra da Castanha do Pará (6).....	38
Figura 15: Resultado dos testes na amostra da Copaíba (7)	38
Figura 16: Resultado dos testes nas amostras da Seringa (8), do Ipê amarelo (9) e Ipê roxo (10).....	39
Figura 17: Amostras que mais apresentaram taninos visualmente: Castanha do Pará (6), Acássia do Nordeste (1), Goiabeira (2) e Mangueira (3)	40

Figura 18: Modelo de estrutura dos taninos condensados41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies e parte selecionada das plantas	27
Tabela 2- Resultado para tanino nas folhas das espécies analisadas	31
Tabela 3- Resultados de taninos nas folhas das cinco espécies de árvores	35
Tabela 4- Resultado para taninos nas cascas das cinco espécies de árvores	37
Tabela 5- Espécies que apresentaram maior índice de taninos	39

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato de Alumínio
C-C	Carbono-Carbono
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DO	Demanda de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETA	Estação de Tratamento de Água
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato de Ferro
FeCl_3	Cloreto férrico
g	Gramas
mg/L	Miligramas por Litro
Min.	Minutos
mL	Mililitros
MS	Ministério da Saúde
Nº	Número
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
pH	Potencial de Hidrogênio
S.A.	Sociedade Anônima
SBFgnosia	Sociedade Brasileira de Farmacognosia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 COAGULANTES EMPREGADOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA.....	18
2.1.1 Coagulantes inorgânicos	18
2.1.2 Coagulantes orgânicos:	19
2.2 TANINOS	20
2.2.1 Taninos como coagulantes	23
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL.....	27
4.2 PROCESSO DE EXTRAÇÃO	28
4.3 PREPARO DE SOLUÇÕES PARA OS TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS	28
4.3.1 Solução de Cloreto de Ferro III	28
4.3.2 Solução de Acetato de Chumbo e Acetato de Cobre	29
4.4 TESTE DE IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
CONCLUSÃO FINAL	42
REFERÊNCIAS	43

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável, sinônimo de vida, apesar de ser um recurso limitado. Necessário para a sobrevivência de qualquer ser vivo, a água para consumo humano, é denominada como água potável, segundo a Portaria MS 2.914/11 precisa passar por um controle de qualidade para que não prejudique a saúde (SILVA et al., 2015). A qualidade da água para abastecimento e a disponibilidade para consumo é um dos grandes problemas enfrentado pela população mundial nos dias atuais (SIMÕES, 2016).

São de suma importância a vigilância e o controle da qualidade da água, exigindo assim um determinado cuidado e controle nas etapas que ocorrem numa Estações de Tratamento de Água – ETA. As etapas realizadas são: tratamento preliminar, que é a remoção de sólidos grosseiros; coagulação, que consiste numa mistura rápida; floculação, uma mistura lenta; decantação onde os flocos formados sedimentam-se por gravidade; filtração que ocorre num tanque com areia, cascalho e carvão ativado; desinfecção que pode ser com adição de cloro, e fluoretação onde é adicionado flúor para combater a cárie nos dentes (PEREIRA; FILHO, 2015).

O uso de coagulantes químicos nos sistemas de tratamento de água vem se tornando uma crescente preocupação, os mesmos são utilizados no início do processo, na etapa de coagulação. Segundo Figueiredo (2004), o sulfato de alumínio na água da origem a resíduos que podem colaborar para o desenvolvimento de doenças (MARTINS, 2014).

Os coagulantes orgânicos aparecem nesse contexto como uma alternativa aos coagulantes químicos, sendo seu uso como substituição integral ou mesmo parcial no uso combinado, reduzindo a quantidade de sais de alumínio e ferro, sendo esses os mais usados como coagulantes nas ETAs.

Vários estudos científicos apontam relevância da eficácia do uso dos taninos como coagulantes orgânicos. Os taninos são encontrados nos vegetais e são compostos fenólicos que podem variar de classe e teor de uma planta para outra, nessas variações o solo onde se encontra a planta e o clima da região influenciam diretamente (BATTESTIN et al., 2004; CASTEJON, 2011).

Algumas plantas taníferas são bastante conhecidas, como é o caso da Acácia

Negra (*Acácia mearnsii*) que tem seus taninos industrializados e vendidos para uso como coagulante para água de abastecimento.

A presente pesquisa busca identificar de forma qualitativa esses compostos fenólicos através da exploração da biodiversidade do Vale do Jamari, possibilitando que as investigações científicas futuras possam isolar tais compostos e avaliar o poder de coagulação dos taninos encontrados nas plantas regionais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A água é insubstituível para os seres vivos, sendo uma substância essencial para existência da vida. O Brasil em comparação a outros países ocupa uma posição de destaque no cenário de recursos naturais, sendo a água um de seus maiores recursos natural (DUARTE, 2015). Para que este bem inestimável esteja presente em nossas casas de maneira apropriada para o consumo, é necessário passar por controle de qualidade. A garantia da potabilidade da água consumida esta sujeita, entre outras ações, de um julgamento integrado da sua qualidade ao longo do abastecimento, ou seja, desde onde é feito a captação da água até o consumidor (CABRAL; DANIEL, 2014).

A água retirada para abastecimento da população nas cidades brasileiras é na maioria das vezes captada das águas de superfície, porém a água deve ser potável. A água captada nos rios podem conter impurezas como: gases dissolvidos, compostos orgânicos dissolvidos, matéria em suspensão e coloides (NEPOMUCENO, 2016). Assim, deve-se fazer com que a água passe por um tratamento e controle de qualidade.

Em 2011, substituindo a Portaria nº 518 de março de 2004 do Ministério da Saúde, foi instaurada a Portaria MS Nº 2.914/2011, portaria essa que disponibiliza os procedimentos necessários para o controle e vigilância com a água para abastecimento e o padrão de potabilidade da mesma.

A necessidade de fornecer água com qualidade atendendo os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, e que ainda atenda finalidades estéticas, econômicas e em quantidade suficiente para abastecer a população têm se tornado uma grande preocupação, e para que todas essas necessidades sejam contempladas a água bruta captada passa por tratamento com métodos empregados numa Estação de Tratamento (PIANTÁ, 2008; COMUSA, 2013).

Nas ETAs, é onde ocorrem os processos para a retirada de impurezas da água, para assim atender ao padrão de qualidade estabelecido pela Portaria MS Nº 2.914/2011. Neste local é feito a captação da água bruta para em seguida passar pelas etapas de: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

A escolha da tecnologia de tratamento a ser utilizada depende das características biológicas, físicas, químicas de cada água, podendo exigir tratamentos simples ou mais específicos, no intuito de alcançar os padrões de potabilidade exigidos pela legislação brasileira (SOUSA, 2009).

Nos parâmetros de qualidade da água são englobados: os microbiológicos (coliformes totais e termo tolerantes); os físicos (condutividade elétrica, cor, temperatura e turbidez); e os parâmetros químicos (Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO), Demanda Química do Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD), cloreto, fluoreto, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo, pH, sólidos dissolvidos, sulfato, surfactantes, e os metais: alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cálcio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, estanho, ferro, magnésio, manganês, níquel, sódio e zinco (OLIVEIRA et al., 2010; ALVES FILHO, 2014).

Considerando os parâmetros microbiológicos, físicos e químicos, as etapas de tratamento de água podem sofrer alterações dependendo do manancial do qual foi coletada a água bruta, porém basicamente são descritas pela captação e adução da água, seja ela procedente de mananciais superficiais ou subterrâneos, desprovida de qualquer tipo de tratamento (COMUSA, 2013).

Os processos que ocorrem numa estação de tratamento de água se resumem aos representados pela Figura 1.



Figura 1: Fluxograma de uma ETA

Fonte: Catieli Oliveira

Para remover impurezas com características físicas ou químicas como cor, turbidez e carga orgânica que a água pode conter, torna-se necessária a desestabilização da dispersão coloidal. Por exibir carga negativa e não poder ser removido por tratamentos físicos, têm-se a necessidade de acrescentar na água um eletrólito que tenha carga contrária às cargas dos coloides em suspensão, nesse caso, carga positiva (CETESB, 2009). Essa desestabilização é obtida no processo de coagulação/floculação, essas são etapas praticamente simultâneas e interdependentes (COMUSA, 2013).

2.1 COAGULANTES EMPREGADOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Richter (2009) menciona que o processo de coagulação empregado nas estações de tratamento ocorre por meio da adição de produtos químicos que promove a precipitação de compostos em solução e desestabiliza os coloides suspensos que, por outros meios como a sedimentação, flotação ou a filtração não alcançariam sua remoção.

Existem vários coagulantes químicos que podem ser usados nas ETAs, entretanto os mais utilizados são os sais de alumínio e ferro, como o Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), o Cloreto Férrico ($FeCl_3$) e o Sulfato de Ferro ($Fe_2(SO_4)_3$) (BASSETTI, 2009).

2.1.1 Coagulantes inorgânicos

Para realizar o processo de coagulação é comum utilizar sais inorgânicos como agentes coagulantes, a atuação dos mesmos resulta cargas positivas, sendo oposta às cargas dos coloides, pois o último em sua maioria tem cargas negativas, quando o cátion formado pelos sais inorgânicos tiver carga maior, o efeito coagulante também será maior (PIANTÁ, 2008; WIMMER, 2008).

O sulfato de alumínio é o mais usado entre os coagulantes, entre outros requisitos, a ocorrência do sal de alumínio estar entre os mais utilizados se deve ao seu custo acessível e disponibilidade no mercado (BASSETTI, 2009; FIGUEIRÊDO,

2004).

O fato de o sulfato de alumínio estar sendo usado de maneira extensiva vem trazendo discussões, já que não é biodegradável e havendo restos de alumínio presente na água já potável e no lodo originado no final do processo de tratamento em elevada concentração na maioria das vezes, dificultando assim a acomodação desse lodo no solo por conter contaminantes devido à presença acumulada deste metal (BASSETTI, 2009). Trevisan (2014), afirma que a presença desses sais na água vem sendo associado à ocorrência de doenças neurológicas no ser humano.

Estudos realizados por Luckey e Venugopal (1977), evidenciaram a toxicidade do alumínio para o ser humano, abrangendo memória alterada, convulsões, variações nas características do eletroencefalograma, problemas nos pulmões, mal de Alzheimer, podendo ainda ter alguns tipos de cânceres. Uma multiplicidade de efeitos fisiológicos danosos também tem sido relacionada com a intoxicação por alumínio em pacientes com problema renal crônico (LUCKEY e VENUGOPAL, 1977 apud FIGUEIRÊDO, 2004, p.54).

Sabendo dessa possível toxicidade, no Brasil, o valor máximo de alumínio na água para consumo humano permitido pela Portaria nº 2.914/11, é de 0,2 mg/L.

Assim como os sais de alumínio, os coagulantes férricos são bem efetivos na remoção de impurezas, o sulfato férrico é, particularmente, efetivo quando usado para remover cor em pH baixo (FIGUEIREDO, 2004). Para o ferro residual na água potável, a Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde mostra que o valor máximo permitido é de 0,3mg/L.

Sais de alumínio e ferro são ambientalmente indesejáveis e podem comprometer a saúde humana. Por isso é necessário, buscar coagulantes ambientalmente mais compatíveis (VAZ, et al.,2010).

Uma alternativa para diminuir ou até mesmo não fazer o uso dos coagulantes inorgânicos são os coagulantes naturais que possibilitam sua utilização de forma individual ou juntamente com sais coagulantes tradicionais, atuando como auxiliar no tratamento de águas (KONRADT MORAES et al., 2010).

2.1.2 Coagulantes orgânicos

Piantá (2008), afirma que os processos de tratamento sofrido pela água

podem gerar alguns problemas, como a finalidade do lodo gerado, e assim coagulantes alternativos que não provoquem danos ao meio ambiente e em mananciais de origem precisam ser considerados como alvos a serem estudados.

Quando comparado aos coagulantes químicos atualmente usados nas ETA's, os coagulantes naturais apresentam grandes vantagens. Por terem origem orgânica, eles não alteram a alcalinidade da água, e fazendo também com que o lodo gerado tenha um volume reduzido, contendo uma quantidade menor de metais pesados (VAZ et al., 2010).

Os polímeros naturais podem ser usados como auxiliares de coagulação /floculação ou até mesmo como primários. Nesse caso, o processo de coagulação reduz-se à neutralização por carga, e a adição de um polímero não afeta o pH e nem a alcalinidade (Richter, 2009).

Vários estudos com uso de coagulantes orgânicos já demonstram bons resultados. Estudos com taninos, goma xantana, moringa oleífera, são alguns exemplos (NEPOMUCENO, 2016).

Os coagulantes orgânicos podem ser originários de plantas regionais, o que reforça as vantagens sobre os mesmos, pois facilita no processamento e possibilita a redução de custos operacionais.

2.2 TANINOS

Os taninos fazem parte de um grupo de compostos fenólicos originários do metabolismo secundário dos vegetais e recebem a definição como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas (HASLAN, 1966).

A importância das plantas ricas em taninos está historicamente ligada, por essas plantas possuírem propriedades que auxiliam no curtimento couro. Nos dias atuais o curtimento de peles por ser obtido industrialmente com compostos minerais, mas por milênios o curtimento de peles era exclusivamente feitos com plantas taníferas. Os taninos possuem muitas outras utilidades, muitas delas são farmacológicas (SIMÕES et al., 2007).

Os taninos possuem a capacidade de se combinar com macromoléculas o que explica eles precipitarem celulose, pectinas e proteínas. Uma definição clássica

para tanino: são substâncias fenólicas solúveis em água com massa de 500 a cerca de 3000 Dalton, são componentes gustativos, sendo responsável por causar adstringência presente em muitos frutos e produtos vegetais, e ainda são substâncias que tem a desvantagem de constituir complexos insolúveis em água com alcaloides, gelatina e entre outras proteínas (DESPHANDE et al., 1986; CASTEJON, 2011; BATISTA, 2013).

Segundo sua estrutura química, os taninos podem ser classificados em duas classes: sendo uma os taninos condensados, também denominados de proantocianidinas, e outra os taninos hidrolisáveis (CASTEJON, 2011). Podendo, os taninos condensados serem encontrados em diversas famílias, porém com maiores chances em plantas lenhosas e os taninos hidrolisáveis podem ser localizados com mais facilidade nas *Choripetales* das *dicotiledôneas* tanto herbáceas quanto lenhosas (POYER e SCHAEFER, 2014; SIMÕES et al., 2007).

Os taninos hidrolisáveis têm como característica um poliol central, geralmente β -D-glicose, cujas hidroxilas são esterificadas com o ácido gálico. O composto β -1,2,3,4,6-pentagaloi-D-glicose (Figura 2), mostra o padrão máximo de substituição alcançado, sendo considerado o desbravador imediato para as duas classes de taninos hidrolisáveis, a dos elagitaninos e os galotaninos (SIMÕES et al., 2007).

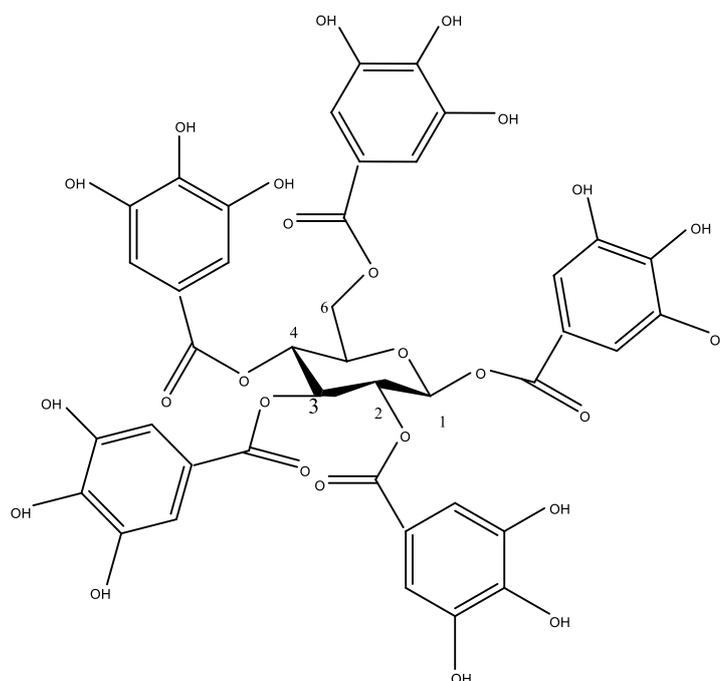


Figura 2: β -1,2,3,4,6-pentagaloi-D-glicose

Fonte: Software: CHEMDRAW ULTRA, 2017.

Os taninos condensados são oligômeros e polímeros formados pela condensação de dois ou mais flavan-3-ols, da catequina e ou flavan 3,4 diols, da leucoantocianidina, ligados por ligações de C-C, e não sofrem quebra por hidrólise. As proantocianidinas, como também pode ser denominado a classe dos taninos condensados, exibem uma vasta variedade estrutural devido às alterações entre as unidades de flavonóis, a alteração de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos, ou seja, o arranjo espacial dos átomos em suas moléculas (MONTEIRO et al., 2005; BEELEN et al., 2008).

As proantocianidinas são responsáveis pela cor vermelha de várias cascas de plantas, em geral podem ser encontradas amplamente em plantas lenhosas. Em solução, apresentam coloração verde com cloreto férrico (SBFGNOSIA, 2009).

Está sujeito de ocorrer variações de classe e teor de taninos, variação esta que pode ocorrer entre as partes do mesmo vegetal, assim como de uma planta para outra, contudo podendo ainda sofrer alterações conforme as condições climáticas e geográficas em que se encontram cultivados o mesmo (BATTESTIN et al., 2004; LAGE, 2009). Na Figura 3 representa o modelo de uma estrutura de taninos condensados.

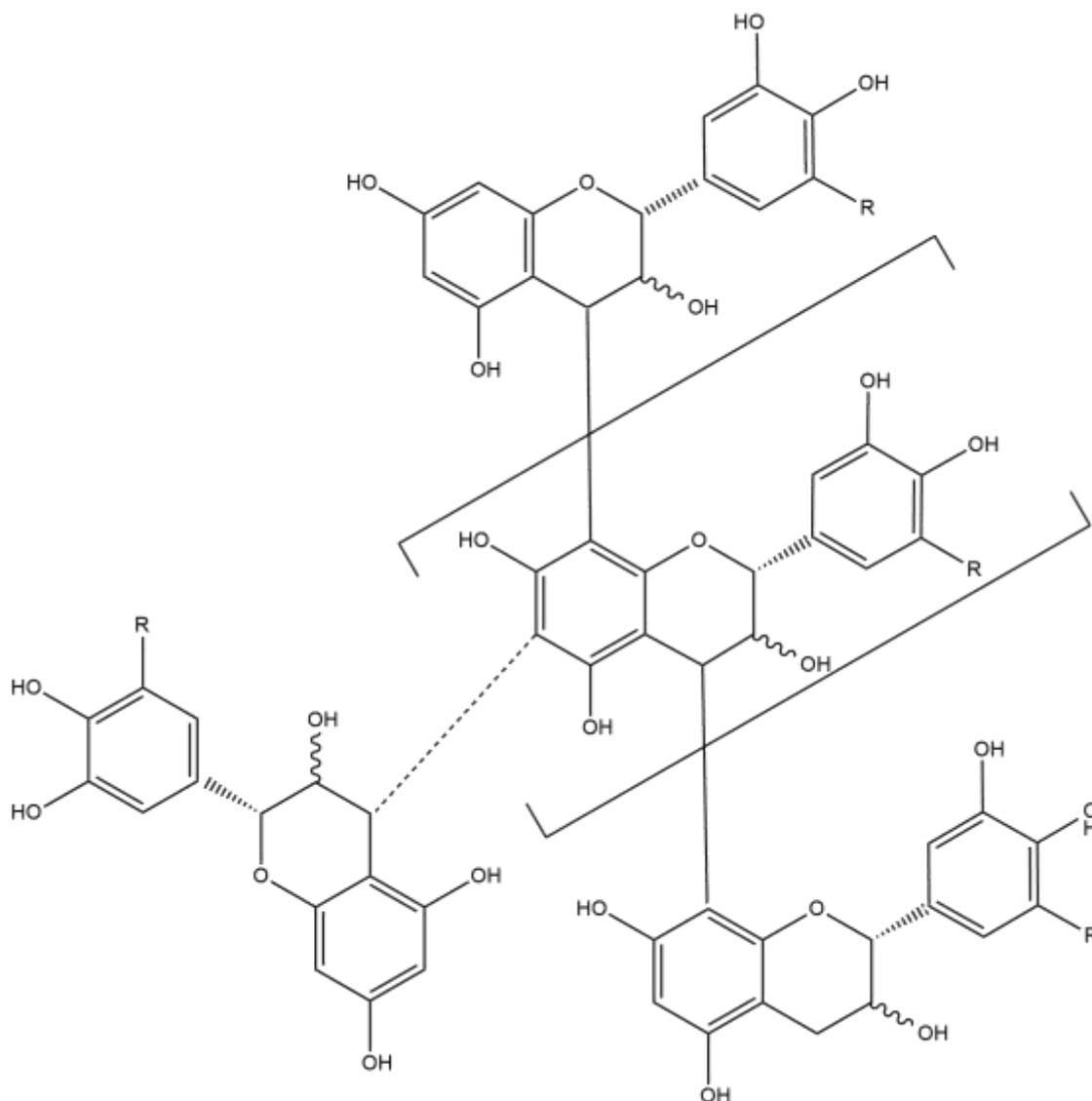


Figura 3: Modelo de estrutura de tanino condensado

Fonte: Software: CHEMDRAW ULTRA, 2017

Porter e Hemingway (1989) afirmam que os procedidos de taninos condensados e amônio quaternário com outras substâncias podem ser empregados como base para agentes coagulantes/floculantes no tratamento de água.

2.2.1 Taninos como coagulantes

No ano de 1982 no Brasil teve-se o início do uso de taninos para substituir os sais metálicos utilizados no processo de tratamento da água. Os taninos surgiram

possibilitando uma alternativa de agentes coagulantes/floculantes, tendo algumas vantagens em comparação aos coagulantes habitualmente usados, pois advém de fontes renováveis e possibilita a geração de lodo biodegradável, consequente dos açúcares presentes em sua composição (NEPOMUCENO, 2016; SOLANA, 2014).

Existem diversos estudos que referem a efetividade do poder dos taninos empregados como coagulantes, sendo utilizado como auxiliar no procedimento de coagulação, ou sendo usado como atuante de coagulação primário (SKORONSKI et al., 2014). Existem empresas que produzem industrialmente os coagulantes orgânicos a base de taninos, é o caso da empresa Tanac S. A., que tem plantação própria de árvores da Acácia Negra (*Acácia mearnsii*), e faz a extração do tanino, o mesmo passa por processo de beneficiamento, modificação do extrato aquoso vegetal da casca, e obtém-se como produto final o tanfloc (NEPOMUCENO, 2016). A figura 4 mostra a estrutura do tanfloc.

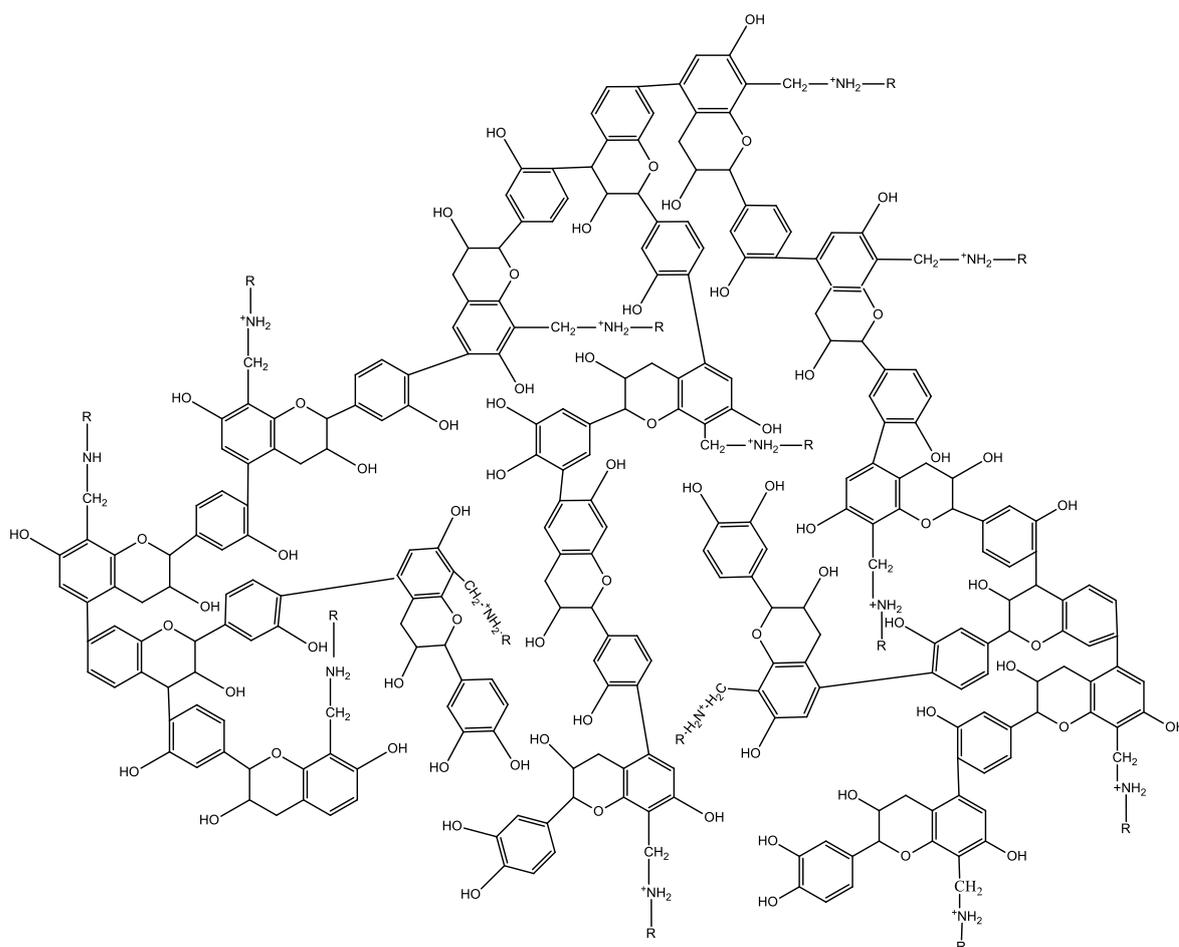


Figura 4: Estrutura do agente coagulante tanfloc da empresa Tanac S. A.
Fonte: Software: CHEMDRAW ULTRA, 2017

Segundo a empresa Tanac, o polímero orgânico, catiônico tanfloc possui peso molecular pequeno, e pode atuar como agente coagulante/floculante primário e ou auxiliar de coagulação (TONHATO JUNIOR, 2015). Neutralizam cargas, e em sistemas coloidais formam pontes entre as partículas, fazendo assim surgir formação de flocos, seguidos se sedimentação.

Gusmão (2014), afirma nas conclusões de seu trabalho de graduação em Engenharia Química, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que os taninos apresentaram uma alternativa promissora para o tratamento de águas para abastecimento. Os taninos utilizados foram o Tanfloc SG e o Tanfloc SM.

Outro trabalho relevante sobre o uso de taninos como coagulantes/floculantes é o de Skoronski et al., (2014), que através de seus estudos constatou que ao usar os taninos como coagulante na água para abastecimento obteve água dentro parâmetros físico-químicos encontrados na Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Os taninos podem ser empregados como coagulantes independente da finalidade da água a ser tratada. Fernandes et al., (2015) concluiu em seu estudo que os taninos apresentam um grande potencial no uso como coagulante ao ser empregado em efluentes de lavagem de automóveis, e que o lodo gerado apresentou-se adepto para ser utilizado como substrato na agricultura.

A presença de taninos na Acácia Negra é comprovada e já há industrialização do mesmo para ser utilizado como coagulante. Porém taninos podem sofrer variação no teor e classe, dependendo do clima e solo, por esse motivo faz-se necessário o presente estudo, que visa à exploração qualitativa desses compostos fenólicos em plantas da região, para no caso de resultados positivos desses compostos futuramente haja estudos para analisá-los como coagulantes em águas para abastecimento. As plantas escolhidas são plantas popularmente conhecida por algum poder medicinal comprovado cientificamente ou apenas de crença popular sem estudos feitos que confirmem, e algumas plantas originárias da biodiversidade local que são conhecidas pela população, porém que ainda não foram exploradas no sentido de obter resultados que mostram a probabilidade dessas plantas em possuírem taninos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a presença de taninos em plantas da biodiversidade amazônica no Vale do Jamari visando utilizá-los como coagulantes orgânicos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discorrer sobre coagulantes empregados no tratamento de água;
- Selecionar as principais plantas da biodiversidade amazônica no Vale do Jamari;
- Apresentar e compreender as estruturas dos taninos;
- Analisar de forma qualitativa a presença de taninos em amostras de extratos hidroalcoólico dessas plantas.

4 METODOLOGIA

De acordo com Vásquez et al., (2014) etnobotânica é a ciência que estuda e avalia as informações populares que o homem tem sobre o uso das plantas. Seguindo esse conceito foram selecionadas algumas plantas sob critério de mais conhecidas na comunidade do Vale do Jamari com potencial medicinal através da crença popular, e algumas árvores por serem nativas da região e que precisam ser mais exploradas cientificamente.

A Tabela 1 apresenta as espécies selecionadas e a parte que foi utilizada para obter os extratos para a identificação de taninos:

Tabela 1 - Espécies e parte selecionada das plantas

ESPÉCIES SELECIONADAS	PARTE SELECIONADA
<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K (Castanha do Pará)	Folhas e cascas
<i>Copaifera langsdorffii</i> (Copaíba)	Folhas e cascas
<i>Hevea brasiliensis</i> (Seringa)	Folhas e cascas
<i>Tabebuia alba</i> (Ipê amarelo)	Folhas e cascas
<i>Tabebuia Heptaphylla</i> (Ipê roxo)	Folhas e cascas
<i>Senna spectabilis</i> (Cássia do Nordeste)	Folhas
<i>Psidium guajava</i> (Goiabeira)	Folhas
<i>Mangifera indica</i> (Mangueira)	Folhas
<i>Theobroma cacao</i> (cacau)	Folhas
<i>Theobroma grandiflorum</i> (cupuaçu)	Folhas
<i>Passiflora edulis</i> Sims (maracujá)	Folhas

Fonte: Catieli Oliveira

4.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

As plantas selecionadas foram coletadas no município de Campo Novo de Rondônia, do estado de Rondônia, na primeira quinzena do mês de março de 2017.

As amostras foram colhidas, separadas e embaladas em sacos plásticos de PEBD, e encaminhado para o Laboratório de Química (Laboratório 08) da Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA, em Ariquemes, para posterior análises.

4.2 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

As amostras foram lavadas em água corrente, e retirado o excesso de umidade com auxílio de papel toalha. Foram preparados 1 g de cada amostra para ser submetido ao processo de extração.

A metodologia seguida para extração foi de acordo com Sociedade Brasileira de Farmacognosia- SBFgnosia (2009), na qual relata que se deve pesar 1g da amostra e colocar em um tubo de ensaio e acrescentar 10 mL de água destilada. Porém ao invés de utilizar água destilada foi adicionado 10mL de uma solução hidroalcoólica na proporção de 1:1. Em seguida foi levado a fervura por 2 min, a solução foi filtrada em algodão em um funil de vidro, para cada uma das amostras, e transferida para um becker e adicionado água destilada para completar o volume de 25 mL. Desta solução foi transferido 5 mL para dois tubos de ensaio, onde foram realizados os testes para identificação de taninos.

4.3 PREPARO DE SOLUÇÕES PARA OS TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS

4.3.1 Solução de Cloreto de Ferro III

O método para detectar taninos hidrolisáveis e/ou condensados seguiu a SBFgnosia (2009), que descreve o uso de uma solução de cloreto de ferro III a 2%, assim os taninos condensados presentes devem exibir coloração verde e os hidrolisáveis devem exibir cor azul. Matos (1997), também descreve essa mesma metodologia, porém com solução de cloreto de ferro III a 1% em metanol.

4.3.2 Solução de Acetato de Chumbo e Acetato de Cobre

Para confirmar a presença de taninos a SBFgnosia (2009), indica a utilização de duas soluções, acetato de chumbo a 10% e acetato de cobre a 4%, se houver turvação e precipitação está positivo para taninos.

4.4 TESTE DE IDENTIFICAÇÃO DE TANINOS

Foram coletadas alíquotas de cada extrato obtido das plantas, conforme Tabela 1, e transferido 5 mL para cada um dos dois tubos de ensaio, denominados Tubo de ensaio 1 e Tubo de ensaio 2. Com auxílio de uma pipeta de Pasteur, foram adicionadas três gotas de cloreto de ferro III de cada amostra, no Tubo de ensaio 1. No Tubo de ensaio 2 foram adicionadas três gotas da solução de acetato de chumbo a 10% e da solução de acetato de cobre 4%.

As amostras de extrato do Tubo de ensaio 1 que apresentaram coloração verde ou azul, foram selecionadas como primeiro indicativo de presença de taninos, as mesmas quando submetidas pelo Teste no tubo de ensaio 2, e que apresentaram turbidez e precipitação, foram consideradas como indicativo da presença de taninos. No caso de um teste, seja no Tubo de ensaio 1 ou no Tubo de ensaio 2, apresentar comportamento diferente do citado, a amostra do mesmo foi desconsiderada, quanto à presença de taninos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma exploração qualitativa visando à identificação de compostos fenólicos em solução hidroalcoólica de espécies vegetais, mais especificamente, dos taninos em geral, não fazendo distinção de grupos, condensados ou dos hidrolisáveis.

O primeiro teste realizado foi com a solução de Cloreto de Ferro III. Quando essa solução entra em contato com o extrato da planta e ocorre a mudança de coloração e formação de precipitado, considera que o resultado foi positivo para este teste (SBFgnosia, 2009). Isso se deve à reação dos compostos fenólicos com o cloreto de ferro III e metais pesados, pois apresentam como produto a formação de um complexo. Uma ilustração da possível estrutura desse complexo está apresentada na Figura 5.

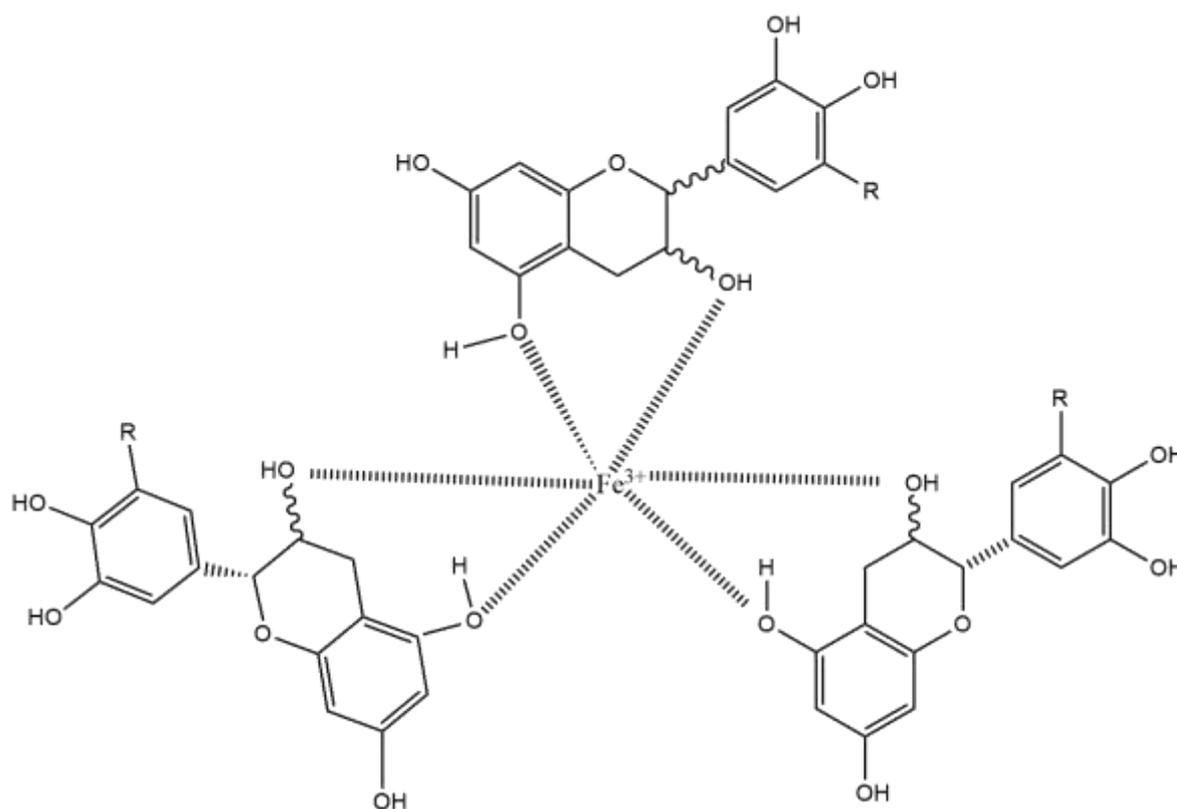


Figura 5: Formação de complexo entre os compostos fenólicos e cátions de ferro III
Fonte: Software: CHEMDRAW ULTRA, 2017

A Tabela 2 contempla os resultados para os testes realizados com as espécies nas quais foi analisada a presença de taninos apenas em folhas:

Tabela 2- Resultado para tanino nas folhas das espécies analisadas

Espécie:	Parte analisada	Teste 1: Cloreto de ferro III	Teste 2: Acetato de chumbo e Aceto de cobre
Amostra 1: <i>Senna spectabilis</i> (Cássia do Nordeste)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 2: <i>Psidium guajava</i> (Goiabeira)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 3: <i>Mangifera indica</i> (Mangueira)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 4: <i>Theobroma cacao</i> (cacao)	Folhas	Positivo	Negativo
Amostra 5: <i>Theobroma grandiflorum</i> (cupuaçu)	Folhas	Positivo	Negativo
Amostra 6: <i>Passiflora edulis Sims</i> (maracujá)	Folhas	Negativo	Negativo

Fonte: Catieli Oliveira

Nas amostras 1, 2 e 3 foi possível observar no primeiro teste o escurecimento e formação de precipitado nas amostras, tal teste permite identificar a presença de grupos hidroxilas ligados diretamente a um sistema aromático, conhecidos como fenóis; compostos polifenólicos reagem mais vigorosamente com cloreto de ferro e com metais pesados, e com isso, pode-se inferir a respeito da presença das moléculas de taninos. Tais confirmações se deram no segundo teste, com o acetato de chumbo e acetato de cobre, apresentando turvação e precipitação da amostra.



Figura 6: Resultado dos testes nas amostras Cássia do Nordeste (1), Goiabeira (2) e Mangueira (3)

Fonte: Catieli Oliveira

Nos ensaios 4 e 5, amostras referentes ao cacau e ao cupuaçu, plantas da mesma família, *Sterculiaceae*, não foi observado uma presença significativa de taninos. No primeiro teste obteve-se resultados positivos de maneira discreta, porém no segundo não foi possível concluir a presença de taninos.

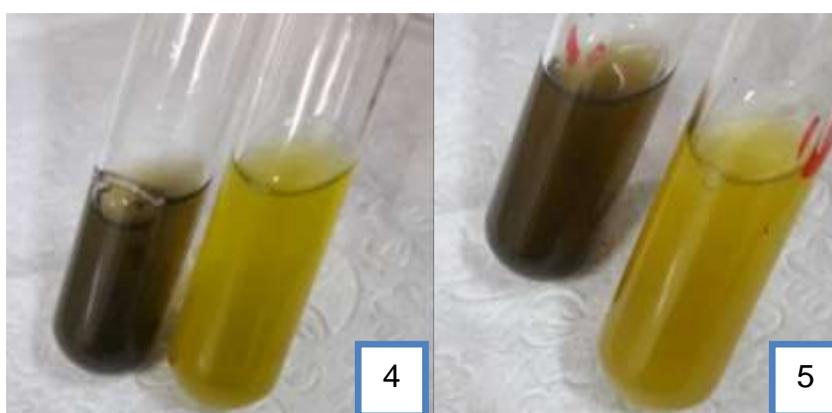


Figura 7: Resultados dos testes nas amostras cacau (4) e cupuaçu (5)

Fonte: Catieli Oliveira

Na amostra 6, referente ao maracujá, o resultado foi negativo, através dos testes, observou-se que não houve alteração significativa na coloração e não ocorreu precipitação e turvação na amostra, por isso não foi possível observar nenhum indício de taninos.



Figura 8: Resultado dos testes na amostra do maracujá (6)

Fonte: Catieli Oliveira

Esses compostos fenólicos podem ser localizados nos vegetais, podendo ser encontrado tanto nas raízes como nas folhas, casca, flores, frutos, sementes ou na seiva, e no caso das amostras que foram analisadas apenas as folhas e deram resultados negativos, é preciso fazer os testes em outras partes da espécie analisada para comprovar a ausência de taninos na espécie (SCHAEFER E POYER, 2014; CASTEJON, 2011).

As espécies que foram analisadas as folhas e as cascas são:

- *Bertholletia excelsa* H.B.K (Castanha do Pará);
- *Copaifera langsdorffii* (Copaíba);
- *Hevea brasiliensis* (Seringa);
- *Tabebuia alba* (Ipê amarelo);
- *Tabebuia Heptaphylla* (Ipê roxo);

Os extratos das folhas das cinco árvores, obtidos através da metodologia da SBFgnosia (2009), são apresentados na Figura 9, e os extratos das cascas das mesmas na Figura 10.

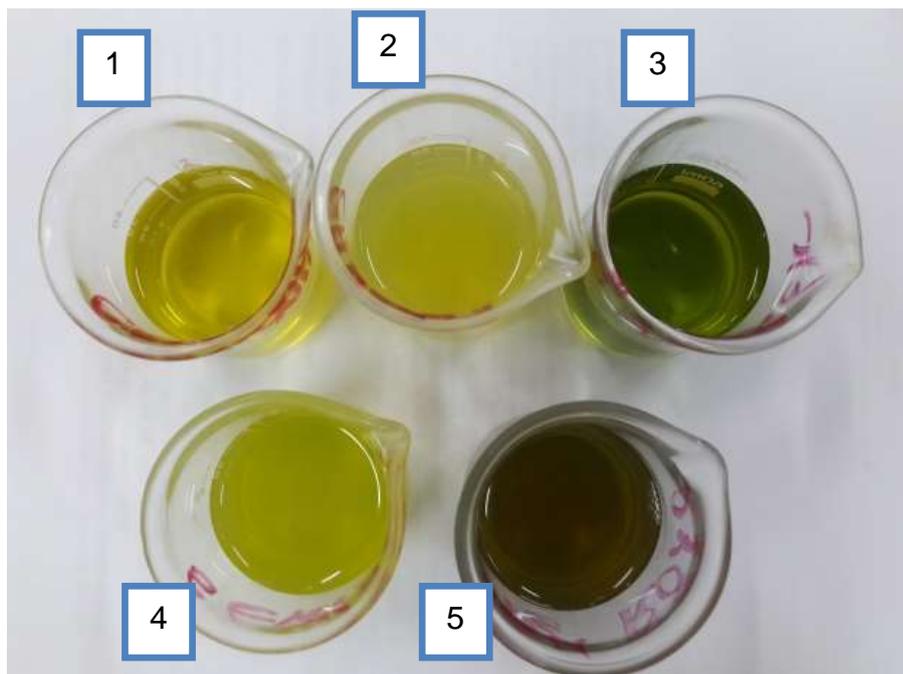


Figura 9- Extrato das folhas da Castanha do Para (1), Copaíba (2), Ipê amarelo (3), Seringa (4) e Ipê Roxo (5)

Fonte: Catieli Oliveira

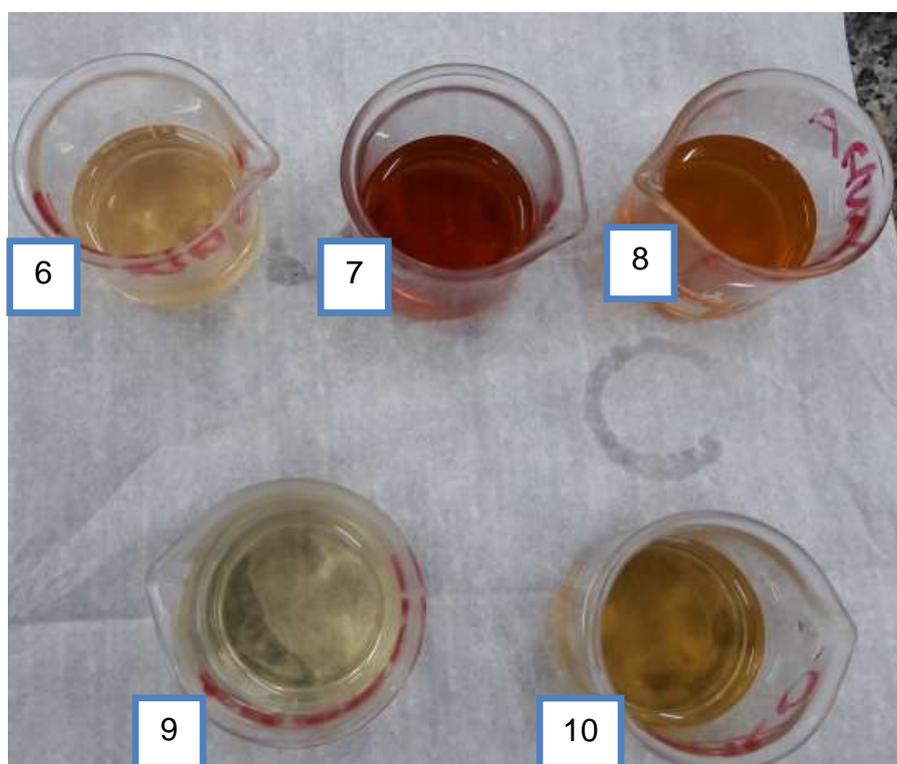


Figura 10: Extrato das cascas da Seringa (6), Copaíba (7), Castanha do Pará (8), Ipê Amarelo (9) e Ipê Roxo (10)

Fonte: Catieli Oliveira

Cada espécie selecionada foi dividida em duas porções, como representado nas Figuras 9 e 10, uma para analisar as folhas e outra para analisar as cascas. A Tabela 3 contempla os resultados de taninos para a amostra com análises das folhas. E a Tabela 4, os resultados para as cascas das amostras de cada espécie.

Tabela 3- Resultados de taninos nas folhas das cinco espécies de árvores

Espécie	Parte seleciona	Teste 1: Cloreto de ferro III	Teste 2: Acetato de chumbo e Aceto de cobre
Amostra 1: <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K (Castanha do Pará)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 2: <i>Copaifera langsdorffii</i> (Copaíba)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 3: <i>Hevea brasiliensis</i> (Seringa)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 4: <i>Tabebuia alba</i> (Ipê amarelo)	Folhas	Positivo	Positivo
Amostra 5: <i>Tabebuia Heptaphylla</i> (Ipê roxo)	Folhas	Positivo	Positivo

Fonte: Catieli Oliveira

Nas amostras 1 e 3, (apresentadas na Figura 11) estavam contidas respectivamente a *Bertholletia excelsa* H.B.K (Castanha do Para), *Hevea brasiliensis* (Seringa), através dos testes são possíveis observar que tem sim a presença de taninos, porém com menos intensidade, do que nas amostras 2 e 5 que se refere a *Copaifera langsdorffii*, mas comumente chamada de copaíba, e *Tabebuia Heptaphylla*, conhecida como Ipê roxo.

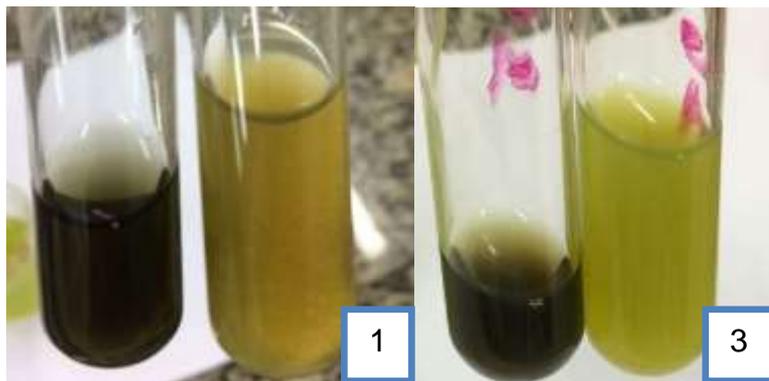


Figura 11: Resultado dos testes nas amostras Castanha do Pará (1) e Seringa (3)

Fonte: Catieli Oliveira

Nas amostras 2 e 5, apresentados na Figura 12, os testes feitos com o cloreto de ferro III apresentou quantidade de precipitado bastante significativa e quando adicionado as gotas de acetato de cobre e o acetato de chumbo, também observou-se uma precipitação e turvação.

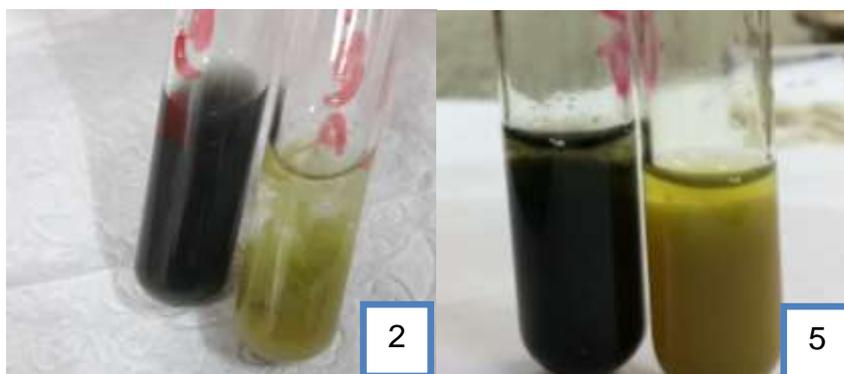


Figura 12: Resultados dos testes nas amostras da Copaíba (2) e Ipê Roxo (5)

Fonte: Catieli Oliveira

Na amostra 4, referente a *Tabebuia alba*, popularmente conhecido como ipê amarelo, como mostrado na Tabela 3, através das análises foi dado como positivo de pouca relevância, pois apresentou pouca turvação e quase não houve precipitação nos dois testes feitos.



Figura 13: Resultados dos testes na amostra do Ipê amarelo (4)

Fonte: Catieli Oliveira

Tabela 4- Resultado para taninos nas cascas das cinco espécies de árvores

Espécie	Parte seleciona	Teste 1: Cloreto de ferro III	Teste 2: Acetato de chumbo e Aceto de cobre
Amostra 6: <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K (Castanha do Pará)	Cascas	Positivo	Positivo
Amostra 7: <i>Copaifera langsdorffii</i> (Copaíba)	Cascas	Positivo	Positivo
Amostra 8: <i>Hevea brasiliensis</i> (Seringa)	Cascas	Negativo	Negativo
Amostra 9: <i>Tabebuia alba</i> (Ipê amarelo)	Cascas	Negativo	Negativo
Amostra 10: <i>Tabebuia Heptaphylla</i> (Ipê roxo)	Cascas	Negativo	Positivo (fraco)

Fonte: Catieli Oliveira

Na amostra 6, foi positivo para taninos, uma das amostras que ficou mais evidente a presença de taninos, apesar das análises feitas serem qualitativas e não quantitativas, é possível dizer que foi entre as amostra de cascas a que mais apresentou taninos.



Figura 14: Resultado dos testes na amostra da Castanha do Pará (6)
Fonte: Catieli Oliveira

A amostra 7 referente a *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), obteve resultado positivo, porém de maneira discreta, nessa amostra, no teste com o cloreto de ferro III houve pouca precipitação e mudança na coloração, e nos segundo teste houve precipitação e turvação pouco relevante.



Figura 15: Resultado dos testes na amostra da Copaíba (7)
Fonte: Catieli Oliveira

Na amostra 8, 9 e 10, referentes à seringa e aos ipês, foi constatado negativo para taninos em suas cascas, pois através dos testes feito, na amostra 8 e 9 não apresentou nenhuma alteração na cor ou turvação e precipitação. E na amostra 10, quando gotejado a solução de cloreto de ferro III, não houve alteração, e quando feito o segundo teste, apresentou com pouca relevância turvação e precipitado,

porém como mencionado na metodologia, para confirmar a presença de taninos é necessário que os dois testes realizados resultem em positivo.



Figura 16: Resultado dos testes nas amostras da Seringa (8), do Ipê amarelo (9) e Ipê roxo (10)

Fonte: Catieli Oliveira

Ao analisar os resultados entre as folhas e as cascas das mesmas espécie, observou-se que no caso da *Bertholletia excelsa* H.B.K (Castanha do Para), nas folhas a presença de taninos se deu de maneira discreta, enquanto nas cascas os taninos presentes apareceu de maneira destacada. Isso reforça novamente a necessidade de fazer as análises em cada possível parte das plantas para encontrar os taninos.

Para visualizar de maneira mais clara, a Tabela 5 mostra as espécies que mais se destacaram nos testes realizados, podendo as mesmas ser estudadas mais a fundo, de maneira a quantificar e identificar esses taninos entre condensados ou hidrolisáveis, para sucessivamente testa-los como coagulantes naturais.

Tabela 5- Espécies que apresentaram maior indício de taninos

Espécie	Parte analisada
<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K (Castanha do Pará)	Cascas
<i>Senna spectabilis</i> (Cássia do Nordeste)	Folhas
<i>Psidium guajava</i> (Goiabeira)	Folhas
<i>Mangifera indica</i> (Mangueira)	Folhas

Fonte: Catieli Oliveira

Na Figura 17, as fotos contemplam os testes realizados nas espécies que mais exibiram turvação e precipitação, sugerindo que as mesmas podem ter maior quantidade de taninos presente.

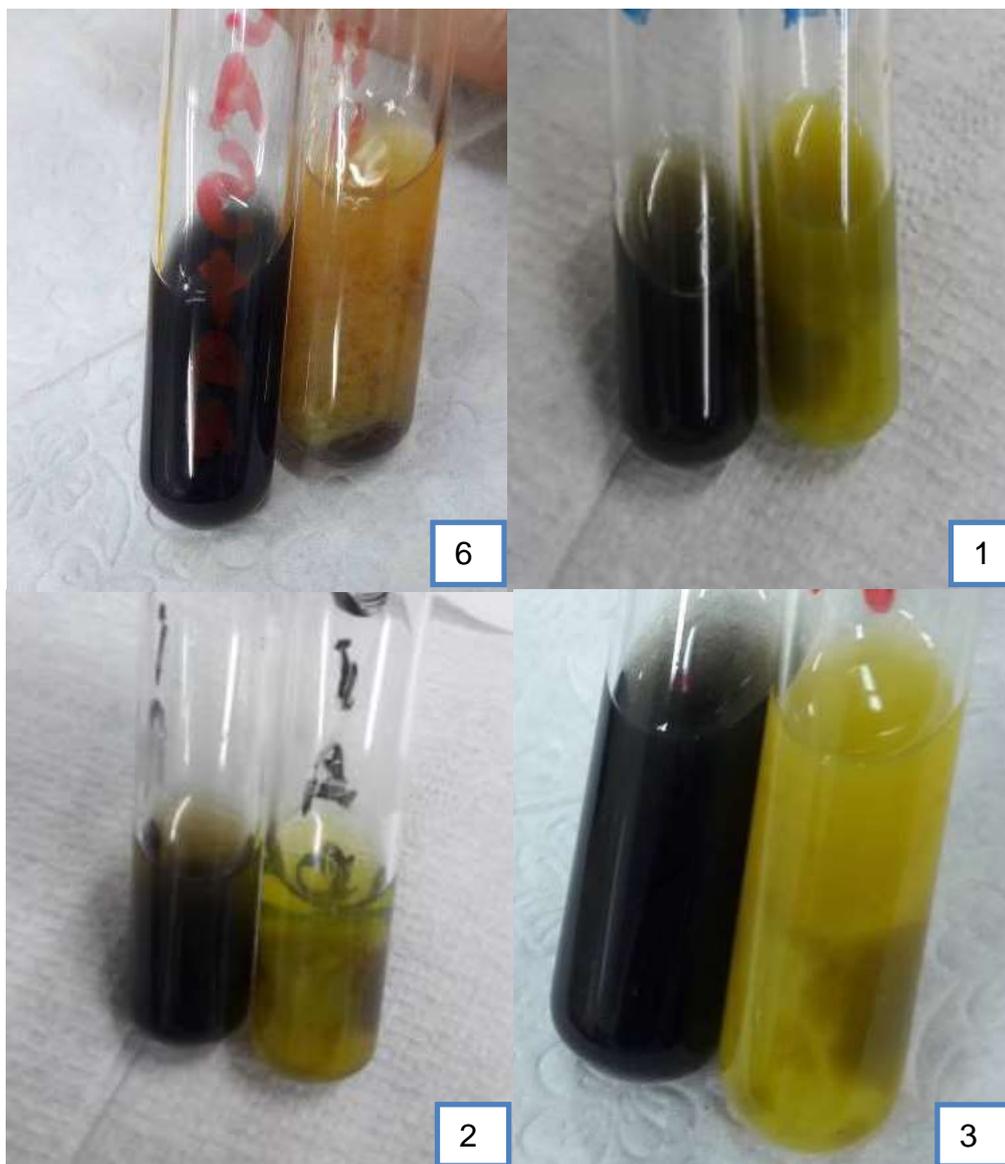


Figura 17: Amostras que mais apresentaram taninos visualmente: Castanha do Pará (6), Acácia do Nordeste (1), Goiabeira (2) e Mangueira (3)

Fonte: Catieli Oliveira

A Sociedade de Brasileira de Farmacognosia (2009), afirma que os taninos podem ser divididos em dois grupos: condensados e hidrolisáveis, em determinadas

espécies ambos podem estar presentes, porém um estará sempre com predominância.

Os taninos condensados podem ser utilizados na indústria como base para agentes coagulantes/floculantes para o tratamento de águas para abastecimento e esgotos (SILVA, 1999), essa classe de taninos têm suas moléculas mais resistentes à fragmentação, e são polímeros formados pela poli condensação de duas ou mais unidades flavan-3-ol e flavan-3,4-diol, esses taninos são também denominados como proantocianidina, devido ao fato de taninos condensados produzirem pigmentos de cor avermelhada da classe das antocianidinas. Essa classe de taninos apresenta uma grande variedade estrutural, decorrente de substituições entre as unidades de flavonoides, diferentes posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos, ou seja, o arranjo espacial dos átomos em suas moléculas (SIMÕES et.al, 2007).

A estrutura da molécula dos taninos condensáveis está apresentada na Figura 18, com uma organização complexa. Estima-se que nas amostras que apresentaram resultados positivos, encontrem estruturas semelhantes, embora para que seja comprovado, é necessário realizar análises quantitativas, como por exemplo, Cromatografia Líquida acoplada à Espectometria de Massas (LC/MS).

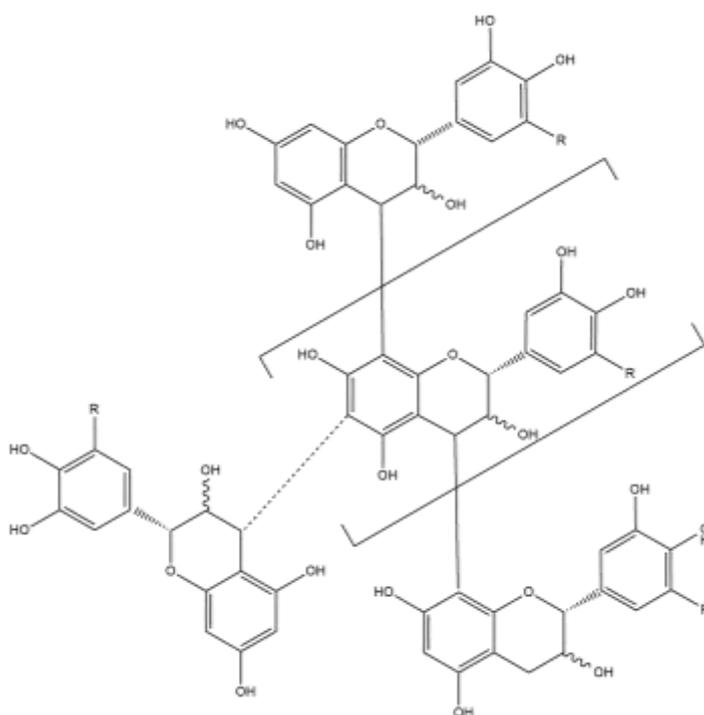


Figura 18: Modelo de estrutura dos taninos condensados
Fonte: Software: CHEMDRAW ULTRA, 2017

CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos com as análises qualitativas quanto à presença de taninos foi possível identificar plantas taníferas nativas e ou cultivadas na região do Vale do Jamari. Constatou-se que os taninos podem variar de uma planta para outra, assim como de uma parte para a outra de uma mesma planta. Neste trabalho as plantas *Bertholletia excelsa* H.B.K , *Senna spectabilis*, *Psidium guajava* e *Mangifera indica* foram as que mais evidenciaram à presença de taninos. A identificação de taninos em tais espécies possibilita a maximização de estudos futuros que podem concluir sobre a quais classes de taninos pertencem e determinar a classe com potencial aplicação como coagulantes orgânicos para tratamento de água.

REFERÊNCIAS

BASSETTI et al., Estudo da Viabilidade de Utilização do Polímero Natural (TANFLOC) em Substituição ao Sulfato de Alumínio no Tratamento de Águas para Consumo, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4a/4/F.%20J.%20Bassetti%20-%20Resumo%20Exp.pdf>>. Acesso em: 05 de Nov. 2016.

BATISTA, L. C. L. Qualidade nutricional e atividade antioxidante de laranjinha de pacu (*pouteria glomerata (miq.) radlk*) do cerrado e do pantanal. Dissertação (Mestrado) (Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento), 69 f., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS. **Rios Vivos**, 2013. Disponível em: <<http://riosvivos.org.br/wp-content/uploads/2016/06/LILIAN-CELESTE-LOPES-BATISTA-Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 25 de maio 2017.

BATTESTIN, V., et al., FONTES E APLICAÇÕES DE TANINOS E TANASES EM ALIMENTOS, **Rev. Alim. Nutr.**, Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/58/75>>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

BEELEN, P., M., G., et al., 2008, AVALIAÇÃO DE TANINOS CONDENSADOS EM PLANTAS FORRAGEIRAS, **Associação Brasileira de Zootecnistas**, João Pessoa, PB – UFPB/ABZ. Disponível em: <<http://www.gege.agrarias.ufpr.br/plantastoxicass/textos/sorgo.pdf>>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. **SABESP**, 2011. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf>. Acesso em 17 de Nov. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, PORTARIA Nº 518 25/03/2004. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em: 15 de fev. 2017.

CABRAL, A. R e DANIEL, M. H. B., Monitoramento da qualidade da água para consumo humano, 2014. Disponível em: <<https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1040>>. Acesso em 04 de Nov. 2016.

CASTEJON, F. V., Taninos e saponinas, Universidade Federal de Goiás escola de veterinária e zootecnia programa de pós-graduação em ciência animal, Goiânia. **Portais UFG**, 2011. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf>. Acesso em 25 de maio 2017.

COMUSA, Serviço de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, 2013. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>>. Acesso em: 19 de Nov. 2016.

CETESB–Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2009. . Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em 25 de maio 2017.

CHEW DRAW ULTRA 12.0. Software Chew Draw. **Ferramenta de desenhos químicos**, 2017.

DESHPANDE, S., S., et al., Tannin analysis of food products, **Rev. C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, ed. 4, vol. 24, 1986. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398609527441>>. Acesso em: 20 de Maio 2017.

DUARTE, L. Miqueias. et al., Variabilidade do índice de área foliar em campos naturais e floresta de transição na região Sul do Amazonas/Brasil. **Rev. Ambiente & Água**, Taubaté, vol.10. n. 2. 2015. Disponível em: <<http://search.proquest.com/openview/77b2a2640cbebc8133e6263cdc9faadf/1?pq-origsite=gscholar&cbl=426295>>. Acesso em: 26 de maio 2017.

FERNANDES, M., et al., 2015, Aplicação de tanino como coagulante no reuso da água de lavagem de automóveis e a utilização do lodo na agricultura, **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, Brasil, v. 9, n. 1, p. 51-61, jan./jun. 2015. ISSN: 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/view/285/72>>. Acesso em: 20 de Maio 2017.

FIGUEIRÊDO, G. J. A., Avaliação da presença de alumínio na água do sistema de abastecimento público da cidade de João Pessoa e Grande João Pessoa no estado da Paraíba e os possíveis riscos para a saúde da população. **Biblioteca digital UFPB**, 2004. Disponível em: <<http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/4536/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 05 de Nov. 2016.

ALVES FILHO, A., Desinfecção de lodo de esgoto anaeróbico para fins agrícolas, Dissertação (Mestrado), Uberlândia-MG. **Repositório UFU**, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12207/1/DesinfeccaoLodoEsgoto.pdf>>. Acesso em 25 de maio de 2017.

GUSMÃO, A. L. S., Uso de taninos no tratamento de água para abastecimento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Porto Alegre. **Lume UFRGS**, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/109719/000950670.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

HASLAM, E. Chemistry of vegetable tannins, ed. London ; New York : Academic press, vol.1, **Worldcat@**, 1966. Disponível em: <<http://www.worldcat.org/title/chemistry-of-vegetable-tannins/oclc/1545553?referer=di&ht=edition#borrow>>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

TONHATO JUNIOR, A. Uso do tanino vegetal como agente floculante de microalgas: estudo de caso de tratamento de efluente de cervejaria, Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Engenharia Química), 122 f., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo/PR. **Portal UNIOESTE**, 2015. Disponível em: <<http://portalpos.unioeste.br/media/File/cleusa.neneve/ALCIDES.pdf>>. Acesso em 26 de maio 2017.

KONRADT MORAES et al., Performance of a coagulation–ultrafiltration hybrid process for water supply treatment, **Chemical Engineering Journal**, Volume 166, Issue 2, 2011. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1385894710010491/1-s2.0-S1385894710010491-main.pdf?_tid=e543d7fc-a2f9-11e6-983f00000aab0f6c&acdnat=1478310665_871356abea144f9ae4a7ac2a2721288f>. Acesso em: 04 de Nov. 16.

LAGE, F. F. Caracterização química e quantificação de compostos fenólicos em forrageiras, Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Agroquímica), 126 f., Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG. **Repositório UFLA**, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1497/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20e%20quantifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20compostos%20fen%C3%B3licos%20em%20forrageiras.pdf>>. Acesso em 26 de maio 2017.

LUCKEY, D. Thomas; VENUGOPAL, B., **Metal Toxicity in Mammals: Physiologic and chemical basis for metal toxicity**, Vol. 1. Michigan: Plenum Press, 1977.

MARTINS, H. C. Estudo sobre os processos de coagulação, floculação e decantação em efluentes oriundos de usina canavieira, Trabalho de Conclusão de Curso, Londrina. **Repositório Roca**, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD_COEAM_2013_2_10.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2017.

MATOS, F.J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**, 2. ed. Fortaleza-CE: Editora UFC, 1997.

MONTEIRO, J.M., et al., 2005, TANINOS: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA À ECOLOGIA, Rev. **Quim. Nova**, Vol. 28, No. 5. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v28n5/25920.pdf>>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

NEPOMUCENO T. C., Estudo da aplicabilidade de coagulantes orgânicos e inorgânicos no tratamento de água para abastecimento público. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, 2016. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/9012>>. Acesso em: 13 de Nov. 2016.

OLIVEIRA et al., Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio salitre, **Quim. Nova**, Vol. 33, 2010. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufba.br:8080/ri/bitstream/ri/3785/1/10.pdf>>. Acesso em 17 de Nov. 2016.

PEREIRA T. D. L., e SOUSA FILHO J. W., Análise da Eficiência do Tanino Como Coagulante no Tratamento de Água Para o Consumo Humano. IX ENTEC – Encontro de Tecnologia UNIUBE, 2015 Uberlândia. **Anais eletrônicos...** Uberlândia: UNIUBE, 2015. Disponível em: <<http://www.uniube.br/eventos/entec/2015/arquivos/aprovados/66.pdf>>. Acesso em 04 de Nov. 2016.

PIANTÁ, C. A. V., Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água, **Lume UFRGS**, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26026/000754989.pdf?sequence=1>>. Acesso em 13 de Nov. 2016.

PORTER, L., J., e HEMINGWAY, R., W., 1989, Significance of the condensed tannins, do livro **Natural Products of Woody Plants**, pg. 998. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-74075-6_28#page-2>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

POYER A.; SCHAEFER, F. Obtenção de taninos a partir do extrato hidroalcoólico de folhas e flores de lippia alba, Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), 36 f., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco/ PR. **Repositório Roca**, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4009/1/PB_DAQUI_2014_1_01.pdf>. Acesso em 26 de maio 2017.

RICHTER C. A., **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. 1. Ed. São Paulo. Editora Blucher, 2009.

SILVA, L., F., et al., 2015, Análise da viabilidade de tratamento com solução coagulante orgânica da água do rio Apodi-Mossoró/RN. Ponto 3, **Rev. Blucher Chemistry Proceedings**, 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química, Vol. 3, nº 1. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemistryproceedings/5erq4enq/am16.pdf>>. Acesso em: 22 de Maio de 2017.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P., Aspectos nutricionais de fitatos e taninos, **Rev. Nutr., Campinas**, 12(1): 5-19, jan./abr., 1999. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/44243/1/S1415-52731999000100002.pdf>>. Acesso em 21 de maio 2017.

SIMÕES, C. P., P. Avaliação operacional e remoção de bisfenol-a no tratamento de água por diferentes tipos de membranas: avaliação em escala piloto, dissertação de mestrado, Brasília/DF. **Repositório UNB**, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20900/1/2016_ClaudiaPatriciaPereiraSim%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 22 de Maio de 2017.

SIMÕES, Oliveira et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Editora UFRGS, 2007.

SKORONSKI, E. et al., 2014, Estudo da aplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rio Tubarão, na cidade de Tubarão, SC, **Revista Ambiente Água** vol. 9 n. 4 Taubaté - Oct. / Dec 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v9n4/v9n4a10.pdf>>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FARMACOGNOSIA, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/taninos.html>>. Acesso em 15 de fev. 2017.

SOLANA, I. Estudo da viabilidade de utilização de um polímero de base orgânica em substituição ao cloreto férrico no tratamento de efluente industrial, Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental), 64 f., Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira-PR. **Repositório Roca**, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4476/1/MD_COEAM_2014_2_03.pdf>. Acesso em 26 de maio 2017.

SOUSA, J. K. C., Avaliação de impactos ambientais causados por metais-traço em água, sedimento e material biológico na Baía de São Marcos, São Luís/ MA. Dissertação (Doutorado), 110 f. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2009. **Tede Biblioteca Digital**, 2009 Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/7102/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 26 de maio 2017.

TAVARES, et al., Os benefícios da utilização de coagulantes naturais para a obtenção de água potável. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 32. 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/8238/8238>>. Acesso em: 04 de Nov. 2016

TREVISAN T. S., Coagulante Tanfloc SG como alternativa ao uso de coagulantes químicos no tratamento de água na ETA Cafezal, Trabalho de Conclusão de Curso, Londrina, 2014. **Repositório Roca**, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/2610/1/LD_COEAM_2013_2_23.pdf>. Acesso em: 20 de Nov. 2016.

VÁSQUEZ, S. P. F., Etnobotânica de plantas medicinais em comunidades ribeirinhas do Município de Manacapuru, Amazonas, Brasil, **Rev. Acta Amazônica**, Amazonas, 2014, vol. 44, n. 4, p. 457 – 472. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v44n4/07.pdf>>. Acesso em: 07 de fev. 2017.

VAZ L. G. L. et al., Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia, **Rev. Eclética Química**, vol. 35, nº 4, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eq/v35n4/06.pdf>>. Acesso em: 20 de Nov. 2016.

WIMMER, A. C. S., 2008, Aplicação do processo eletrolítico no tratamento de efluentes de uma indústria petroquímica, Dissertação (Mestrado) em Ciências da Engenharia Metalúrgica (Bacharelado Engenharia Metalúrgica), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.17771/PUCRio.acad.11608>>. Acesso em 25 de maio 2017.