



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – CITA**



PEDRO HENRIQUE DA CONCEIÇÃO SILVA

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO COLOIDAL
COM O LÁTEX DA *Croton lechleri* Müll. Arg. COMO UM AGENTE REDUTOR**

**RIO BRANCO
2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – CITA**

PEDRO HENRIQUE DA CONCEIÇÃO SILVA

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO COLOIDAL
COM LÁTEX DA *Croton lechleri* Müll. Arg. COMO UM AGENTE REDUTOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências**.

Área de Concentração: Ciência e Inovação Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Sergio Escócio Drummond Viana de Faria

**RIO BRANCO
2016**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S586s Silva, Pedro Henrique da Conceição, 1983-
Síntese e caracterização de nanopartículas de ouro coloidal com
látex da *Croton lechleri* Müll. Arg. como um agente redutor / Pedro
Henrique da Conceição Silva – 2016.
61 f.; Il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa
de Pós-Graduação em Ciências e Inovação Tecnológica para a Amazônia,
2016.

Inclui referências bibliográficas.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez.

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Sergio Escócio Drummond Viana
de Faria.

1. Ouro coloidal. 2. Nanopartículas de ouro. 3. Ouro coloidal – agente
redutor - látex do *Croton lechleri* Müll. Arg. I. Título.

CDD: 540

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO
E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – CITA**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO COLOIDAL
COM LÁTEX DA *Croton lechleri* Müll. Arg. COMO UM AGENTE REDUTOR**

Aluno: Pedro Henrique da Conceição Silva

APROVADA EM 18 /03 /2016

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente

Prof. Dr. Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez (Orientador)
Universidade Federal do Acre (CITA/UFAC)

Examinadores:

Prof. Dr. Miguel Gustavo Xavier
Universidade Federal do Acre - UFAC

Prof. Dr. Adriano Antônio Silva
Universidade Federal do Acre (CITA/UFAC)

Data da defesa: 18 /03 /2016

As sugestões da Comissão Examinadora e as Normas PPG para o formato da Dissertação foram contempladas

Prof. Dr. Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado o auxílio e o conforto em minhas orações e ações.

Ao Orientador, Dr. Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez pelo apoio na realização deste trabalho e ainda por contribuírem ao crescimento profissional e pessoal.

Ao coorientador, Dr. Fernando Escócio, pelo apoio na realização deste trabalho e ainda por contribuírem ao crescimento profissional e pessoal.

Ao amigo de faculdade, Rafael Figueiredo, e sua esposa, Wanessa Melo, pelo apoio em todo o projeto.

A amigo Aécio Alves Andrade, pelo apoio em minhas normas da ABNT e pelo apoio moral.

A amiga Késia Kelly Vieira de Castro e seu esposo Eric Hendiery Dantas do Nascimento pelo apoio nas análises e pelo conselho para que jamais desista de realizar meus sonhos.

Ao engenheiro civil, Enrique Mateo Martinho, por abrir as portas da FUNTAC, para que fossem feitas as análises e por me permitir o uso do Laboratório de Produtos Naturais.

A minha madrinha de Crisma da Igreja Santo Expedito de Xapuri/Acre, Claudia Adriana e esposo, que me deram força e nunca deixaram de acreditar que poderia chegar até aqui.

As estagiárias da FUNTAC, Isabel Olívia Bessa Nunes e Ana Paula Ferreira da Costa pela ajuda na parte Físico-Química na FUNTAC.

A Dra. Tatiane Oliveira dos Santos responsável do Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic) pelas medidas de MET.

Aos profissionais do Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (CRTI) pela colaboração nas medidas de EDX.

Ao colega Anderson Luis Ramos do CITA pelas medidas experimentais no Laboratório de Sínteses de Nanopartículas do Complexo BIONORTE da UFAC.

Ao grupo de pesquisa em Nanociência & Nanotecnologia & Nanobiotecnologia (N&N&Nb), pela demonstração de parceria e incentivo no crescimento profissional.

Obrigado a cada um de vocês pela força!

*A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.*
Albert Einstein

RESUMO

Neste trabalho foram sintetizadas por oxi-redução as nanopartículas de ouro coloidal (AuNP) usando como agente redutor o látex do *Croton lechleri* Müll. Arg., com o intuito de criar AuNP e também de levar o Au^{3+} para Au^0 . O componente orgânico age como estabilizador e redutor e suas interações com a superfície metálica define as características das nanopartículas. As soluções coloidais foram caracterizadas através de várias técnicas espectroscópicas como UV-Vis apresentando o efeito de Ressonância Plasmônica Superficial (RPS) no comprimento de onda entre $\lambda = 535$ a 565 nm. Os resultados de espectroscopia Infravermelha nos confirmam os grupos detectadas grandes concentrações de duplas ligações entre C = C, com vários anéis aromáticos e foi verificada a presença de ligações entre os anéis aromáticos com hidroxilas. No UV-Vis foi verificada a presença de compostos fenólicos polinucleares que apresentam comprimento de ondas mais elevados do que se fossem só um anel. As análises do tamanho das nanopartículas em relação as medidas de Potencial Zeta, índice de Polidispersão e Microscopia Eletrônica de Transmissão, foi entendido que as nanopartículas de ouro com látex de *Croton lechleri* Müll. Arg. são de diâmetros variados independente da concentração de látex, encontrando-se polidisperas, menos uniformes e que com o passar do tempo as nanopartículas se agregam mostrando estabilidade.

PALAVRAS CHAVES: *Croton lechleri*, Nanopartículas de Ouro, Ressonância Plasmônica Superficial.

ABSTRACT

In order to create AuNP and also to take Au^{3+} to Au^0 , the colloidal gold nanoparticles (AuNP) were synthesized by redox using as a reducing agent latex of *Croton lechleri* Müll . Arg. in this study. The organic component acts as a stabilizer and reducer and their interactions with the metal surface define the characteristics of nanoparticles. The sols were characterized through various spectroscopic techniques such as UV-Vis which is showing the effect of the Superficial Plasmon Resonance (SPR) in the wavelength range $\lambda = 535\text{-}565$ nm. The results of infrared spectroscopy confirm groups that were detected high concentrations of double bonds between $\text{C} = \text{C}$ with several aromatic rings and it was verified the presence of connections between the aromatic rings with hydroxyl groups. In the UV -Vis was verified the presence of polynuclear phenolic compounds which have higher wave -length than if it was only one ring. The analysis of the size of the nanoparticles in relation to measures of Zeta potential, polydispersity and transmission electron microscopy rate , it was understood that the gold nanoparticles with latex of *Croton lechleri* Müll . Arg. they have many diameters independent of latex concentration, they are polydisperse, less uniform and that over time the nanoparticles aggregate and they show stability.

KEYWORDS: *Croton lechleri*. Gold Nanoparticles. Superficial Plasmon Resonance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Folhas de <i>Croton lechleri</i> nas proximidades do Rio Acre, no município de Xapuri-AC.....	13
Figura 2 – Caule de <i>Croton lechleri</i> nas proximidades do Rio Acre, no município de Xapuri/AC.	13
Figura 3 - Subclasse flavan-3-óis: CATEQUINA.....	15
Figura 4 - Subclasse flavan-3-óis: GALOCATEQUINA.....	15
Figura 5 - Subclasse flavan-3-óis: EPICATEQUINA.....	15
Figura 6 - Subclasse flavan-3-óis: PIGALOCATEQUINA	16
Figura 7 - Dímeros proantocianidinas.	16
Figura 8 - Trímeros e oligômeros outros proantocianidínicos.	17
Figura 9 - Trímeros e oligômeros outros proantocianidínicos.	17
Figura 10 - Estrutura do AlcalóideTaspina.....	18
Figura 11 - 3'-4-0- Dimetilcedrusina.	18
Figura 12 - Diterpeno: Ácido nardwickiico.....	19
Figura 13 - Diterpeno: Bicantriol.	19
Figura 14 -Diterpeno: Crolequinol	19
Figura 15 - Ácido Crolequínico.....	20
Figura 16 - Korberina A.	20
Figura 17 - Korberina B	20
Figura 18 - Efeito Plasmônico	24
Figuras 19 - Látex misturada com o ácido tetracloroáurico.	36
Figura 20 - Espectro Infravermelho do látex.....	37
Figura 21 - Espectros de infravermelho com tetracloroáurico nas medidas de 50 mg, 75 mg, 100 mg, 150 mg e 200 mg de látex.	38
Figura 22 - Absorção do Au ³⁺	38
Figura 23 - Espectroscopia de UV-Vis do látex a diferentes concentrações.....	39

Figura 24 - Espectros do UV-Vis com acréscimo do tetracloroáurico nas diferentes concentrações.....	39
Figura 25 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de.....	42
Figura 26 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 50 mg.....	43
Figura 27 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de.....	44
Figura 28 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 75 mg.....	45
Figura 29 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de <i>Croton lechleri</i>	45
Figura 30 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 100 mg.....	46
Figura 31- Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de <i>Croton lechleri</i>	47
Figura 32 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 150 mg.....	48
Figura 33 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de <i>Croton lechleri</i>	49
Figura 34 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 200 mg.....	50
Figura 35 - 50 mg de látex.....	51
Figura 37 - 100 mg do látex.....	51
Figura 36 - 75 mg do látex e Figura 38- 150 mg do látex	51
Figura 39 - 200 mg do látex.....	51
Figura 40 - Espectros de EDX da presença de OURO.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre soluto e solvente nas proporções analisadas.....	30
Tabela 2 - Índice de Acidez em mg KOH/g, de látex.....	31
Tabela 3 - Índice de Iodo com os dados de massa (g) e Volume (mL).	32
Tabela 4 - Viscosidade Cinemática e tempo de escoamento.....	33
Tabela 5 - Indicação do tempo gasto para mudança completa da coloração no acréscimo do tetracloroáurico.....	35
Tabela 6 - Potencial Zeta das amostras do látex com tetracloroáurico.	41
Tabela 7- Índice de Polidispersão de 50 mg.....	41
Tabela 8 - Índice de Polidispersão de 75 mg.....	41
Tabela 9 - Índice de Polidispersão de 150 mg.....	41
Tabela 10 - Índice de Polidispersão de 200 mg.....	41
Tabela 11 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas em 50 mg.....	43
Tabela 12 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas em 75 mg.....	44
Tabela 13 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas de ouro de 100 mg..	46
Tabela 14 - Frequências das medidas de diâmetro das nanopartículas de ouro em 150 mg	47
Tabela 15 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas de ouro de 200 mg ..	49

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE TABELAS.....	V
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CROTON LECHLERI MÜLL. ARG.	12
1.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE CROTON LECHLERI MÜLL. ARG.	15
1.3 ATIVIDADES DO LÁTEX DE CROTON LECHLERI MÜLL. ARG.	21
1.3.1 Cura e atividade anti-úlceras.....	21
1.3.2 Atividade Antiviral e antibacteriana	21
1.3.3 Atividade Imunomodulora	21
1.3.4 Atividade Anti-flamatória	22
1.4 NANOPARTÍCULAS DE OURO E EFEITO PLASMÔNICO.....	22
1.4 COLOIDES E SISTEMAS COLOIDAIIS.....	25
2. JUSTIFICATIVA	26
2.1 OBJETIVOS	26
2.1.1 Objetivos Gerais	26
2.1.2 Objetivos Específicos.....	26
3.0 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1 EXTRAÇÃO DO LÁTEX DE CROTON LECHLERI MÜLL. ARG.	27
3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	27
3.2.1 Índice de Acidez.....	27
3.2.2 Medida de pH.....	28
3.2.3 Índice de Iodo.....	28
3.2.4 Densidade	28
3.2.5 Viscosidade Cinemática	28
3.2.6 Índice de Refração.....	28
3.3 ANÁLISES ESPECTROSCÓPICAS	29
3.3.1 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).....	29
3.3.2 Espectroscopia de UV-Vis	29
3.3.3 Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET)	29
3.3.4 Potencial Zeta e Polidispersão.....	29
3.3.5 Análise de EDS ou EDX	29
3.4 Síntese das nanopartículas de ouro.....	30
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Extração do Látex de Croton lechleri Müll. Arg.....	31

4.2 Resultados das análises Físico-químicas.....	31
4.2.1 Índice de acidez.....	31
4.2.2 Medida de pH.....	32
4.2.3 Índice de Iodo.....	32
4.2.4 Densidade.....	32
4.2.5 Viscosidade Cinemática.....	32
4.2.6 Índice de Refração.....	33
4.3 COR AVERMELHADA DO LÁTEX.....	33
4.4 TESTE DE SOLUBILIDADE.....	33
4.5 A REAÇÃO ENTRE OURO E ÁGUA RÉGIA.....	34
4.6 SOLUÇÃO COLOIDAL.....	35
4.7 ANÁLISES ESPECTROSCÓPICAS.....	36
4.7.1 Espectroscopia Infravermelho com Transformada de Fourier do látex puro.....	36
4.7.2 Espectroscopia de Infravermelho com acréscimo do tetracloroáurico.....	37
4.7.3 ANÁLISES ESPECTROSCÓPICAS DE UV-Vis.....	38
4.7.4 Espectro de UV-Vis do tetracloáurico.....	38
Na Figura 22 pode ser observada a banda de absorção do ácido tetracloroáurico em 298 nm.....	38
4.7.5 Espectro de UV-Vis do látex após adição do ácido tetracloroáurico em diferentes concentrações.....	39
4.8 ANÁLISE DE POTENCIAL ZETA.....	40
4.9 ÍNDICE DE POLIDISPERSÃO.....	41
4.10 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO – MET.....	42
4.10.1 Análise de 50 mg.....	42
4.10.2 Análise de 75 mg.....	43
4.10.3 Análise de 100 mg.....	45
4.10.4 Análise de 150 mg.....	47
4.10.5 Análise de 200 mg.....	48
4.11 ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X.....	52
CONCLUSÕES.....	53
PERSPECTIVAS FUTURAS.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

1.1 Características gerais da *Croton lechleri* Müll. Arg.

A utilização de espécies vegetais como matéria prima é tão antigo quanto o próprio homem, contudo somente no século XIX que os cientistas conseguiram, com o desenvolvimento tecnológico, obter conhecimento mais aprofundado sobre extratos obtidos de fontes vegetais e suas verdadeiras propriedades (LOPES *et al.*, 2013).

A espécie *Croton lechleri* é uma planta da família das Euphorbiaceae, de onde é obtido um látex avermelhado, que possui uma composição química bem rica em compostos fenólicos e alcalóides. A espécie se distribui pelo oeste da Amazônia, muitas vezes sendo encontrada nas vertentes do Oceano Pacífico e também nas vertentes ocidentais de floresta úmida, nos países como Bolívia, Colômbia, Brasil, Equador e Peru, com temperatura variando entre 18 °C e 26 °C. No Brasil, são encontrados exemplares no estado do Acre e em região próxima ao Rio Madeira, em Rondônia (ROSSI *et al.*, 2003), e que a planta possui um aroma agradável durante a noite, sendo usados como medicamentos em alguns países como Peru, Bolívia e Brasil como cicatrizante e no tratamento de úlceras gástricas (LOPES *et al.*, 2013).

É popularmente conhecida como Sangue de Dragão, é uma árvore heliófila que atinge entre 10 a 20 m de altura, de tronco fino, que chega a ter de 20 a 40 cm de diâmetro e menos de 126 cm de comprimento de circunferência. De caule cilíndrico irregular e coberto por uma casca lisa bege cinza, manchada de cores verde-azuladas. Sua casca interna em cores branca ou creme tem textura fibro-laminar. Suas folhas são simples de cor verde claro, cordadas e grandes, com bordas levemente sinuadas, com medidas variando de 10 a 30 cm de comprimento e variando de 6 a 20 cm de largura. Suas flores são únicas e possuem longas inflorescências de cor verde esbranquiçado ou bege-creme (Figura 1). A partir de um ano, tem início sua floração (OSAKADA, 2009).

Trata-se de uma planta monóica, cujos frutos são cobertos por pêlos estrelados, com sementes pequenas, oleaginosas e globosas de cor verde a verde-amarelado (POLLITO, 2004).

Os povos indígenas do Peru, Equador e Colômbia, além dos povos indígenas da alta Amazônia brasileira já usam essa planta há muito tempo e há tribos que pintam rostos e corpos com a seiva ou látex do Sangue de Dragão que só foi denominada devido ao látex

viçoso de cor vermelho escuro, que libera a árvore após ser ferida ou lesionada, conforme Figura 2.

Existem alguns povos indígenas que usam sua casca e aproveitam sua seiva (ou látex) para estancar sangramentos, proteger lesões contra infecções, acelerar processos de cicatrizes. Existem tribos no Peru que usam a mesma planta para curar hemorróidas, úlcera estomacal e corrimento vaginal.

Quando se passa um pouco dessa seiva (ou látex) sobre qualquer corte ou ferimento, cria-se certa camada externa sobre a ferida que a protege de contato com o ar e acelera a cura do ferimento.

Figura 1 - Folhas de *Croton lechleri* nas proximidades do Rio Acre, no município de Xapuri-AC.



Fonte: Autor.

Figura 2 – Caule de *Croton lechleri* nas proximidades do Rio Acre, no município de Xapuri/AC.



Fonte: Autor.

Essa planta, quando cortada o caule, exsuda um látex vermelho e translúcido como mostra na Figura 2.

Suas folhas são grandes e recortadas como mostra na Figura 1 e se tornam amareladas ou alaranjadas, quando envelhecem. E, nessas condições, apresentam pelos estrelados, pecíolos compridos e glândulas na base das lâminas (KLOUCEK, *et al.*, 2007).

A *Croton lechleri* é uma espécie encontrada à beira de cachoeiras e rios, devido ao fato de esses locais terem solos ricos em nutrientes. São mais facilmente identificadas nas proximidades das fronteiras com o Peru e com a Bolívia. Até o presente momento, ainda não foi encontrada essa espécie em unidades de conservação. Como há poucas dessas espécies no Acre, onde os agricultores a consideram daninha, invasora ou a evitam, porque nascem no caminho de suas plantações e da criação de gado (OSAKADA, 2009).

Quando chegam à fase adulta, muitas dessas espécies morrem por terem o caule todo arrancado para extração de látex e comercialização em Rio Branco, no Acre.

O bom desenvolvimento dessa planta ocorre à luz do sol, embora suporte muitas vezes sombra parcial. Sua preferência é por solos de textura fina a média, em sua maioria, com boa drenagem, porém suporta, em alguns casos, solos degradados. Essa espécie apresenta disseminação e polinização, fatores que ocorrem por apresentar nectários tanto florais como extraflorais. Tal fato permite a polinização diretamente associada a mamíferos, insetos e aves (ORDANO *et al.*, 2008).

Vento, pássaros e outros animais, por meio da autocoria, são responsáveis pela dispersão de sementes dessas espécies, as quais se reproduzem com bastante abundância e muito cedo. Tendo uma germinação epígea, com regeneração difundida e natural, a competição por nutrientes e por luz faz com que o crescimento seja rápido (CASTILLO-QUILIANO, 2010).

Na utilização medicinal, essa espécie tem grande importância: no Peru, além de outros países, o látex é usado como remédio caseiro (JONES, 2003). Mesmo sabendo que o uso ainda não está perfeitamente conhecido e estudado, já se sabe que, nos Estados Unidos, tem ocorrido a venda de suplemento dietético do látex dessa espécie.

Para se ter uma ideia da importância da *Croton lechleri* destaca-se que, somente em 1998, foram exportados do Peru 50.607,5 litros de látex, principalmente para Europa, Estados Unidos e Japão (PINEDO *et al.*, 2000).

Os pesquisadores perceberam que, se a extração se repetir diversas vezes, a planta, sofrerá com infecções fúngicas e desenvolverá susceptibilidade a essas, fato que deverá fazer com que a extração passe a ser desenvolvida com intervalos de dois a três anos. Em muitos

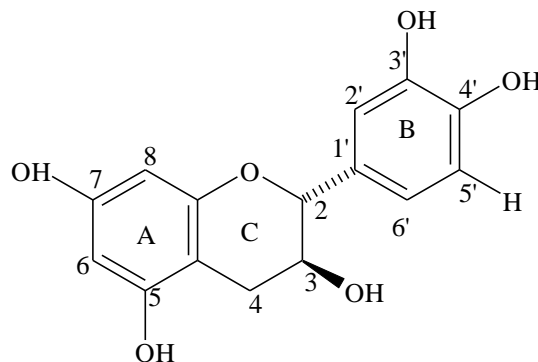
casos, para se conseguir promover a extração manejada, deve vir a derrubada e o replantio (MILLER *et al.*, 2001).

1.2 Caracterização Química de *Croton lechleri* Müll. Arg.

A composição química da *Croton lechleri* é bastante diversificada, composta de alcalóides (taspina), diterpenos, flavon-3-óis (monômeros, dímeros e trímeros), proantocianidina também lignanas (HORST, 2008, LOPES *et al.*, 2013, RISCOA, *et al.*, 2005) (Figuras 3 – 17)

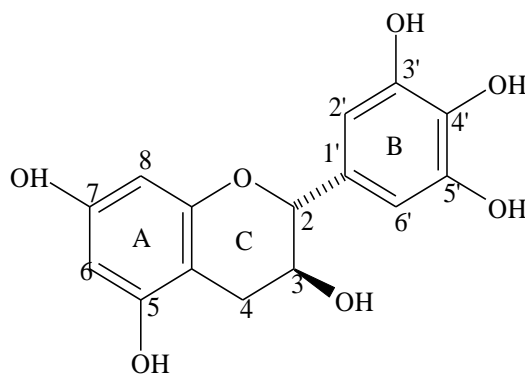
A espécie *Croton lechleri* tem em sua composição química a presença de polifenóis e substâncias farmacologicamente ativas, tornando seu estudo fitoquímico um alvo para a avaliação de atividades biológicas (RANDAU *et al.*, 2004).

Figura 3 - Subclasse flavan-3-óis: CATEQUINA.



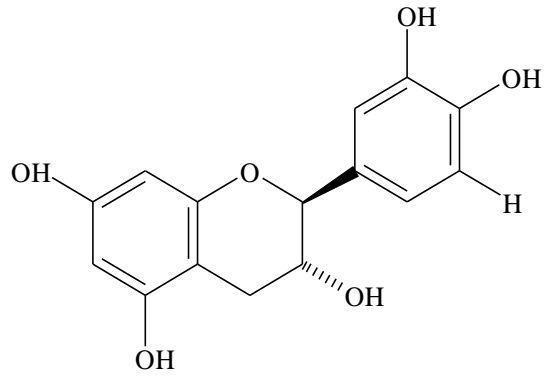
Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 4 - Subclasse flavan-3-óis: GALOCATEQUINA.



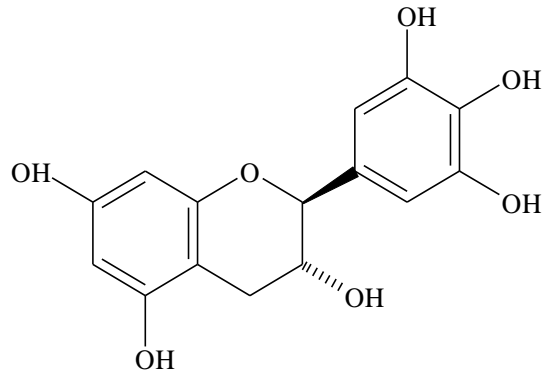
Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 5 - Subclasse flavan-3-óis: EPICATEQUINA.



Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 6 - Subclasse flavan-3-óis: PIGALOCATEQUINA.



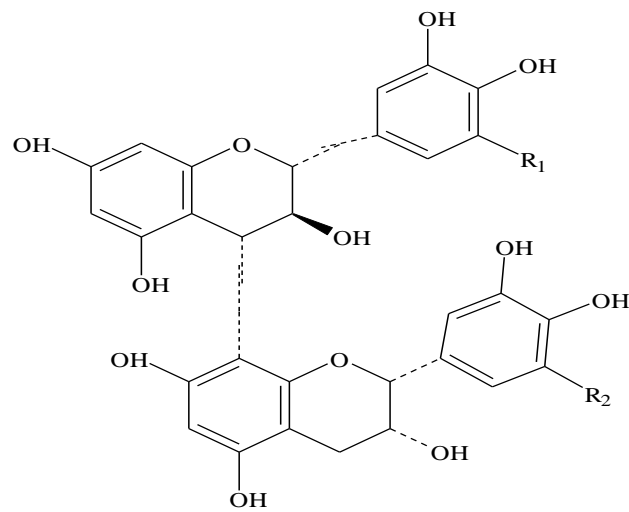
Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 7 - Dímeros proantocianidinas.

$R_1 = R_2 = -H$ catequin-(4 α 8)-epicatequina

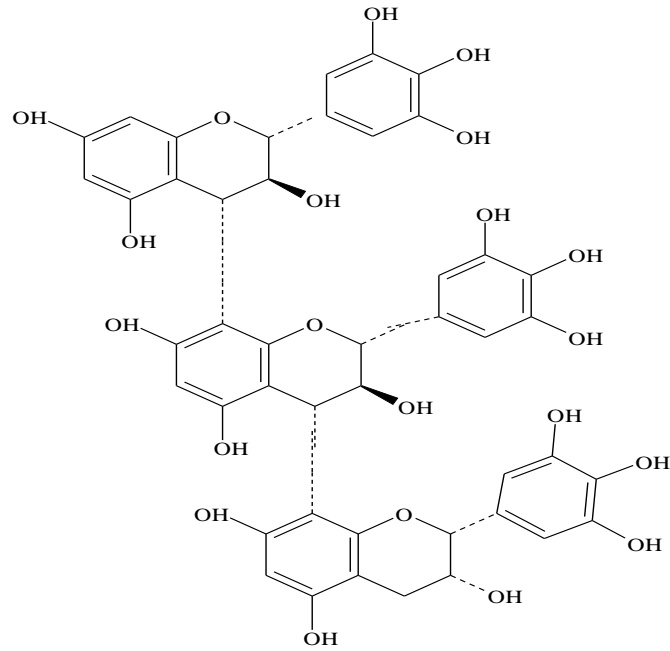
$R_1 = R_2 = -OH$ catequina-(4 α 8)-epigallocatequina

$R_1 = -OH$ e $R_2 = -H$ galocatequina-(4 α 8)-epicatequina.



Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

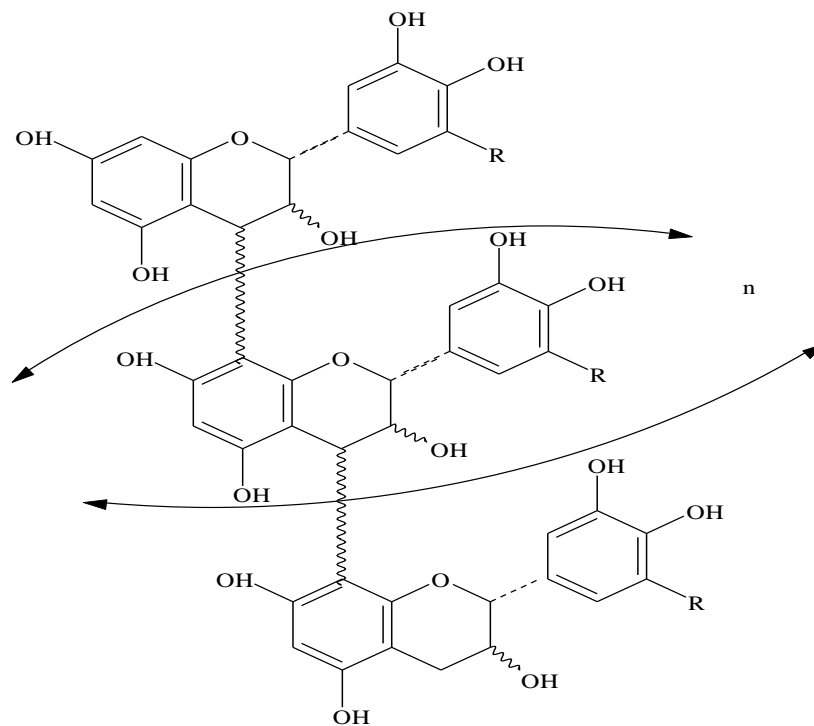
Figura 8 - Trímeros e oligômeros outros proantocianidínicos.
Galocatequina-(4 α -8)-galocatequina-(4 α -8)-epicatequina.



Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 9 - Trímeros e oligômeros outros proantocianidínicos.

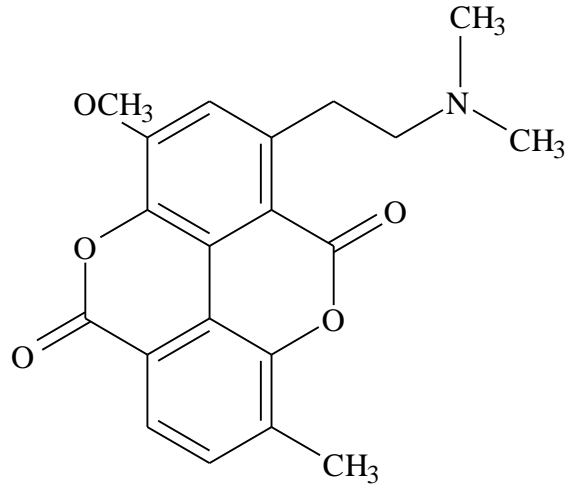
SP303
n = 3-9; R = -H, -OH



Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Foi observado que o composto responsável pelo início do processo de cicatrização é o alcaloide taspina.

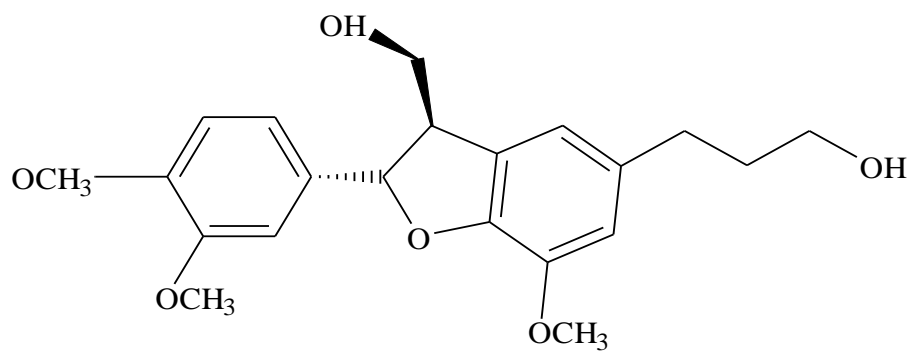
Figura 10 - Estrutura do Alcalóide Taspina.



Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

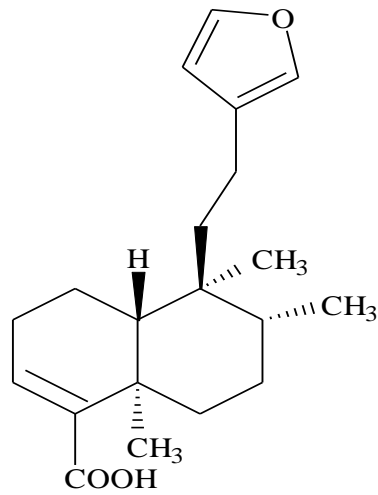
Também foram isolados compostos com esqueletos terpenóides e a lignana dimetilcedrusina.

Figura 11 - 3'-4'-O- Dimetilcedrusina.



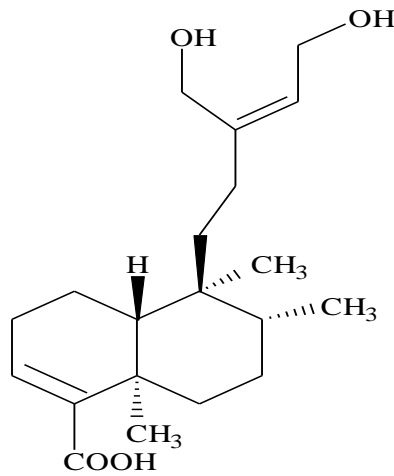
Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 12 - Diterpeno: Ácido nardwickiico.



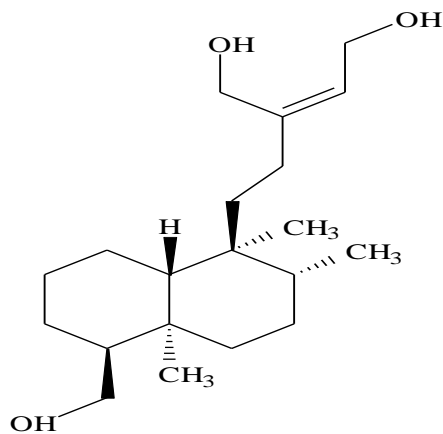
Fonte: (RISCOA *et al.*, 2005).

Figura 13 - Diterpeno: Bicantriol.



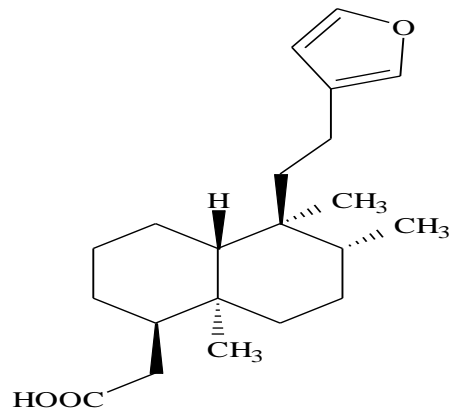
Fonte: (DI SAPIO & GATTUSO, 2013).

Figura 14 -Diterpeno: Crolequinol



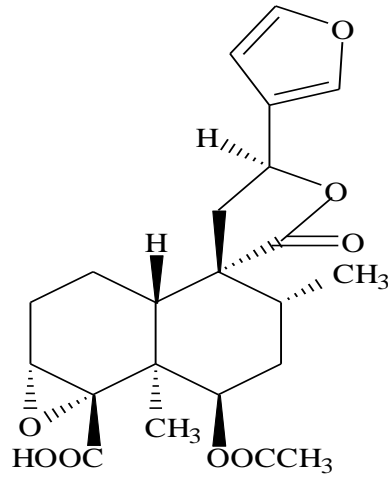
Fonte: (DI SAPIO & GATTUSO, 2013).

Figura 15 - Ácido Crolequínico.



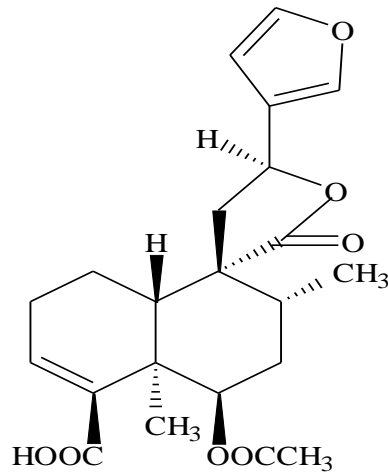
Fonte: (DI SAPIO & GATTUSO, 2013).

Figura 16 - Korberina A.



Fonte: (DI SAPIO & GATTUSO, 2013).

Figura 17 - Korberina B.



Fonte: (DI SAPIO & GATTUSO, 2013).

1.3 Atividades do látex de *Croton lechleri* Müll. Arg.

1.3.1 Cura e atividade anti-úlceras

A aplicação do látex sobre feridas, tem uma enorme ajuda na formação de crostas e com a regeneração rápida da pele e sendo de grande ajuda na formação do colágeno. A taspina tem sido promovida na cicatrização de feridas ocasionada pela estimulação da quimiotaxia de fibroblastos.

Na região estomacal, a taspina reduz a ulceração e aumenta a espessura da camada de muco gástrico em úlcera gástrica, efeito revelado no teste em ratos.

Os polifenóis desempenham um papel importante na ação da cura, provavelmente devido a ação dos radicais livres. Já as proantocianidinas estimulam ao fechamento da ferida e a formação da crosta escura que cobre a ferida (ARRAIS *et al.*, 2014).

1.3.2 Atividade Antiviral e antibacteriana

As proantocianidinas mostram uma grande capacidade de inibir vários vírus e também vírus respiratório, evitando a penetração do vírus em células, fator este que sustenta a atividade antiviral. Porém é inativo contra alguns vírus (ARRAIS *et al.*, 2014).

1.3.3 Atividade Imunomoduladora

O látex *Croton lechleri* vem estimulando a fagocitose é acompanhado por um aumento no número de células fagocitando mais do que uma partícula de (índice de fagocitose).

Também exibe uma potente atividade inibidora das vias clássica e alternativa do sistema complemento. Mostrou atividade de imunomodulação *in vitro*. Ele tem uma atividade inibidora potente sobre as vias clássica e alternativa do sistema do complemento e inibe a proliferação de células T estimuladas. Ela mostra uma dupla atividade na modulação da produção de espécies de oxigênio reativas (antioxidante/ pró-oxidantes) em neutrófilos e monócitos de sangue humano e de fagocitose (inibição/ estimulação) (antioxidante e pró-oxidantes), dependendo da concentração testada.

Estimula ou inibe a fagocitose pelos ensaios *in vitro* em monócitos humanos e neutrófilos, dependendo da concentração (ARRAIS *et al.*, 2014).

1.3.4 Atividade Anti-*flamatória*

A *taspin* mostra a atividade anti-inflamatória; a *taspin* não é a única responsável pela ação anti-inflamatória. O látex total tem atividade anti-inflamatória potente demonstrado por via intraperitoneal (ARRAIS *et al.*, 2014).

1.4 Nanopartículas de ouro e efeito plasmônico

Nanopartículas de ouro são partículas menores que 100 nanômetros, produzidas a partir do ouro com propriedades peculiares e de grande interesse biológico e tecnológico. Elas podem, por exemplo, transportar medicamentos para o interior das células sem perfurar as membranas celulares, e fazer liberação controlada de fármacos, ajudando no tratamento do câncer através da liberação de medicamentos em partes específicas do corpo humano, dentre outros. Apesar de os estudos sobre nanopartículas de ouro coloidal serem recentes, a utilização dos efeitos proporcionados por sistemas nanoparticulados ocorre desde a antiguidade (400 a.C) como o copo de Licurgo, que exibe uma coloração peculiar esverdeado ou vermelho, dependendo do ângulo da reflexão da luz, isso ocorre devido à presença de nanopartículas de ouro na estrutura do copo. O comportamento da interação da luz com a matéria baseia-se no comportamento da ressonância plasmônica superficial. A definição de um plasmons é o comportamento de uma onda proveniente da oscilação coletiva de cargas em um meio correspondendo à oscilação dos elétrons de superfície dos metais (BONIFÁCIO, 2005).

Nas últimas décadas, vêm sendo desenvolvidas várias metodologias para a obtenção de nanopartículas de ouro coloidal utilizando extratos de plantas como parte dos reagentes e este procedimento ganhou o nome de síntese verde (ARAUJO, 2014).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos utilizando óleos vegetais, como o de soja e mamona, como agentes redutores de Au^{+3} para Au^0 . Esses sistemas proporcionaram uma dispersão coloidal estável permitindo a formação de pequenos aglomerados de partículas de ouro na escala abaixo de 100 nm, característico de nanopartículas (TEMPLETON *et al.*, 2000; CASANOVA, 2010; MORAIS, *et al.*, 2012).

Rai (2013) relata que todas as partes das plantas podem ser usadas para sintetizar nanopartículas. Até a biomassa morta e seca pode ser usada para sintetizar nanopartículas. Outra parte importante são os compostos bioativos das plantas como polifenóis, flavanóides e alcaloides, que exibem propriedades redutoras por serem antioxidantes. Um exemplo é a substância filantina extraída de *Phyllanthusamarus* que é utilizada na síntese de nanopartículas de ouro e prata.

Outros trabalhos científicos revelaram que as nanopartículas de ouro são capazes de induzir supressão de fluorescência da clorofila, e que a supressão depende do tamanho das partículas e da concentração (AMANDA, 2014). Este fenômeno é atribuído principalmente ao efeito de transferência de elétrons fotoinduzidos das moléculas de clorofila no estado excitado para as nanopartículas de ouro, resultando em uma diminuição do sinal de fluorescência da clorofila (AMANDA, 2014).

O Físico alemão Gustav Mie em 1908 explicou a dependência da cor com o tamanho concebida inicialmente e resolveu as equações de Maxweel para sistemas esféricos com dimensões menores da ordem do comprimento de onda da radiação incidente eletromagnéticas por partículas esféricas de dimensões do comprimento de onda da radiação, que seguem as seguintes condições:

1. Para que o espalhamento de uma partícula esférica não altere o espalhamento das partículas vizinhas, a distância entre as partículas deve ser maior que o comprimento de onda da luz incidente;
2. O comprimento de onda de luz incidente deve ser maior que o tamanho das nanopartículas;
3. A constante dielétrica do meio hospedeiro, deve ser previamente conhecida.

Mie parte de um pressuposto de que as nanopartículas possuem tamanho uniforme e que a concentração das mesmas é pequena. Tendo o coeficiente de extinção, calculado a partir da Equação (1), para nanopartículas de ouro:

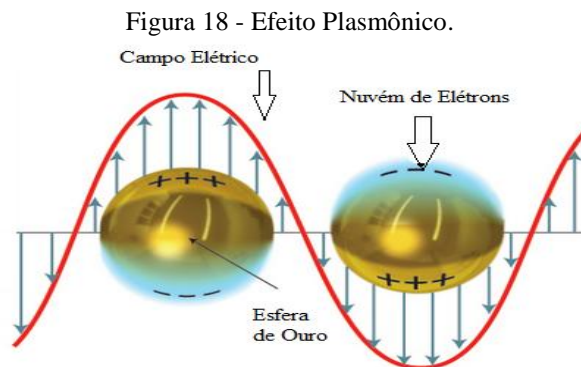
$$K_{\text{ext}} = \frac{18 \pi f \varepsilon_m^{3/2}(\omega)}{\lambda} \cdot \frac{\varepsilon_{\text{NpIm}}(\omega)}{(\varepsilon_{\text{NpR}}(\omega) + 2 \varepsilon(\omega))^2 + \varepsilon_{\text{NpIm}}^2(\omega)} \quad (1)$$

Sendo f o fator de preenchimento (divisão entre o volume ocupado pelas NPs pelo volume total da amostra), λ o comprimento de onda da radiação absorvida, em constante do

meio hospedeiro e $\epsilon_{NpIm}(\omega)$ e $\epsilon_{NpR}(\omega)$ a parte imaginária e a parte real da constante dielétrica e ω a frequência angular da luz.

Quando a radiação incide sobre as superfícies metálicas com tamanho próximo ao seu comprimento de onda ocorre à formação de plasmons (plasma + fóton), que são “pacote de energia” criados a partir da excitação da radiação, onde a quantidade de energia liberada é maior do que aquela esperada. O efeito plasmônico consiste em uma banda de absorção característica de cada nanopartícula metálica, e é utilizado como parâmetro na determinação da síntese de nanopartículas utilizando a espectroscopia de UV-Vis (NETTO-FERREIRA, 2014).

Quando ocorre o efeito plasmônico, há uma redistribuição de cargas criando um campo elétrico dentro e fora da nanopartícula. Uma força de restauração de Coulomb é provocada pela densidade eletrônica o que desaba em oscilações coerentes de campo elétrico e densidade de cargas, o que recebe o nome de ressonância plasmônica de superfície (NETTO-FERREIRA, 2014).



Fonte: Adaptado de KELLY *et al.*, 2003.

Nas construções de arranjos em nanoescala, os elementos plasmônicos são importantes na óptica física e geométrica, pois pode facilitar o controle sobre a luz com o controle local de um material de resposta. Os elétrons ao serem excitados pela radiação respondem ao campo elétrico oscilante como se fosse um oscilador harmônico, isso como resposta, com a densidade eletrônica crescendo de um lado e decrescendo do outro (SHALAEV, 2008).

Informações sobre a forma e o tamanho para metais nobres tem como consequência uma banda na região do visível que depende por sua vez também da energia em que se encontra, porém interpretar essa banda, tem se tornado algo delicado. Os metais nobres

quando fornecem energia aos plasmons seria como promovê-los para um nível plasmônico mais excitado (ZAMARION, 2008).

A ressonância plasmônica superficial ocorre por volta de 573 nm. A medida que se aumenta a quantidade de extrato a banda torna-se estreita para a mudança de sentido do comprimento de onda. É analisado também que o comprimento de onda longa surge devido à anisotropia de Au.

1.4 Coloides e Sistemas Coloidais

Junior & Varanda (1999) descrevem os colóides como uma mistura heterogênea com duas diferentes fases: fase discreta misturada com fase contínua (meio de dispersão). A ciência dos colóides descreve que pelo menos uma das fases tem que possuir a escala nano. As soluções de macromoléculas são misturas homogêneas e também, são colóides, com todas as propriedades. Devido às partículas dispersas possuírem tamanhos diferentes, o sistema também é polidisperso. As macromoléculas de proteínas dão origem a colóides monodispersos.

Os sistemas coloidais são polidispersos e apresentam uma variedade de tamanhos que, em muitos casos, se aproximam de uma distribuição de Poisson, podendo ser calculados os tamanhos dimensionais com uma excelente aproximação. E quanto maior a estabilidade da dispersão coloidal, maior é o número de aglomerado de partículas com diminuição do tamanho das mesmas (ALIJÓ, 2011).

Os sistemas coloidais podem ser assim classificados, segundo Panáček *et al.* (2009, p. 6335):

- i) dispersões coloidais: quando minimiza a energia do sistema, esses tendem a uma separação em fases, ou seja, são termodinamicamente metaestáveis, geralmente fáceis de serem reconstruídos e são chamados de sistemas coloidais liofóbicos.
- ii) ocorre ao adicionar o colóide ao meio suspensor, pois são instantaneamente produzidas e são conhecidas como verdadeiras soluções de matérias macromoleculares. Fisicamente, são termodinamicamente estáveis e chamadas de sistemas coloidais liofílicos.
- iii) auto-organização de macromoléculas de dimensão coloidal que, fisicamente, são termodinamicamente metaestáveis, como ocorre na formação de micelas e vesículas.

2. JUSTIFICATIVA

A síntese de nanopartículas de ouro coloidal tem uma limitação, que é a estabilidade da dispersão diante a formação de estrutura do sólido. Quanto maior a estabilidade da dispersão, a agregação das partículas ocorre lentamente diminuindo o tamanho médio das mesmas. A redução de Au^{3+} para Au^0 ocorre na presença de agentes redutores. A busca por agentes redutores naturais, além de contribuir com o desenvolvimento sustentável, pode promover maior estabilidade da dispersão no meio reacional, além de contribuir para o aumento de alguma atividade biológica já exibida pelo composto natural das nanopartículas de ouro coloidal obtidas. Com estes argumentos é importante o estudo da utilização do látex de *Croton lechleri* na redução do Au^{3+} para Au^0 , uma vez que no látex, segundo a literatura científica (ROSATTO *et al.*, 2001), são encontrados compostos fenólicos que são doadores de elétrons, agindo assim como agente redutor.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivos Gerais

Sínteses e caracterização físico-química e espectroscópica de nanopartículas do ouro coloidal com o látex *Croton lechleri* como um agente redutor.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterização físico-química do látex de *Croton lechleri*.
- Caracterização de nanopartículas do ouro coloidal com o látex *Croton lechleri* por espectroscopia UV-Vis.
- Caracterização de nanopartículas do ouro coloidal com o látex *Croton lechleri* por espectroscopia infravermelha - FT-IR.
- Caracterização de nanopartículas do ouro coloidal com o látex *Croton lechleri* por Microscopia Eletrônica de Transmissão.
- Caracterização de nanopartículas do ouro coloidal com o látex *Croton lechleri* por Fluorescência de Raios X.
- Caracterização de nanopartículas do ouro coloidal com o látex *Croton lechleri* por Setaziser.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O produto natural utilizado para a síntese das nanopartículas foi o látex de *Croton lechleri*, enquanto que o ácido tetracloroáurico, produzido *in situ*, foi utilizado como fonte de átomos de Au⁺³.

3.1 Extração do Látex de *Croton lechleri* Müll. Arg.

Seguindo as normas indicados pela UFAC (AZEVEDO, 2008) no guia para extração do Sangue de Dragão, o látex extraído tem origem na cidade de Boca do Acre, no Estado do Amazonas, 2,42 km subindo o rio Purus, a 3 metros da beira do rio Purus (8°45'33.84" S e 67°24'35.62"O). O número de depósito da planta que é 6649, armazenada no Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal da UFAC. Nessa área, aproximadamente 60 m x 12 m, foram encontrados 12 exemplares de *Croton lechleri*. Das doze unidades encontradas na região, foram extraídas duas árvores com diâmetro maior que 32 cm, sendo obtido em média 130 mL de cada, durante um período de quatro horas.

De outras seis árvores, com mais de 20 cm de diâmetro, foram extraídos 50 mL em média. No dia seguinte, foi repetido o procedimento, mantendo-se o mesmo período de extração anterior, de quatro horas. Os cortes foram feitos pela manhã e o látex foi recolhida no período da tarde. As amostras foram armazenadas em recipientes esterilizados.

3.2 Medidas Físico-químicas

As medidas físico-químicas das amostras foram realizadas no Laboratório de Produtos Naturais da FUNTAC – Fundação de Tecnologia do Acre em Rio Branco - AC.

3.2.1 Medidas de Índice de Acidez

Para determinar o índice de acidez foi realizada a titulação da amostra de látex com hidróxido de potássio e utilizando a Equação 2.1 foi calculada a acidez em mg de base por grama da amostra. A análise foi feita em triplicata.

$$\text{Acidez em mg} \frac{\text{KOH}}{\text{g}} = V \cdot \frac{28,5}{m} \quad (2.1)$$

3.2.2 Medida de pH

A medida de pH do látex *in natura* foi feita utilizando o pHmetro de Bancada - Q400AS.A à 20 °C.

3.2.3 Medida do Índice de Iodo

A medida do índice de iodo foi realizada por titulação indireta da amostra de látex de acordo com procedimento (AMARAL, 2007), e está relacionada com o grau de insaturação dos compostos presentes na amostra. O cálculo foi feito de acordo com a Equação 2.2. A análise foi feita em triplicata.

$$\text{Índice de Iodo} \left(\text{g} \frac{\text{I}_2}{100 \text{ g}} \right) = (V_b - V) \cdot 12,69 \cdot \frac{0,1105}{m} \quad (2.2)$$

3.2.4 Medida de Densidade

A medida da densidade foi feita utilizando o densímetro portátil Densito 30PX, à 24,4 °C.

3.2.5 Medida da Viscosidade Cinemática

A medida da Viscosidade Cinemática foi feito utilizando o equipamento Viscosímetro Copo Ford, QUIMIS – Q280, sob a temperatura de 20 °C, medindo-se três tempos de escoamento de látex e seguindo a Equação (2.3), extraída do livro de Técnicas Laboratoriais da FUNTAC.

$$\text{Viscosidade Cinemática} = 0,6658 \cdot t - 17,08 \quad (2.3)$$

3.2.6 Medida de Índice de Refração

A medida do Índice de Refração foi feito utilizado o equipamento Refratômetro Abbe, MODELO: 2 WAJ, na temperatura de 20 °C.

3.3 Medidas Espectroscópicas

3.3.1 Medidas de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

As medidas experimentais de espectroscopia Infravermelho (FTIR) foram realizadas no Laboratório de Infravermelho da UnB. A amostra de látex foi centrifugada e uma alíquota do sobrenadante foi misturada com KBr (Brometo de Potássio), formando pastilhas sendo então feita as leituras no equipamento VERTEX 70/70v.

3.3.2 Medidas de Espectroscopia de UV-Vis

Para essa experimento foi utilizado o equipamento da Perkin Elmer *LAMBDA UV/Vis/NIR Spectrophotometer 950* do Complexo BIONORTE do Laboratorio de Nanobiotecnologia da Universidade Federal do Acre – UFAC sendo utilizado o látex *in natura* e com acréscimo de tetracloroáurico.

3.3.3 Medidas de Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET)

As medidas experimentais foram feitas no Laboratório LabMic - Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução, da Universidade Federal de Goiás -UFG utilizando o equipamento Microscópio Eletrônico de Transmissão (MET), Jeol, JEM-2100, Thermoscientific.

3.3.4 Medidas de Potencial Zeta e Polidispersão

As medidas experimentais foram feitas no Laboratório de Genética da UnB no equipamento Zetasizer (Malvern Instruments Ltda) modelo Nano ZS.

3.3.5 Medidas de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva-EDX

As medidas experimentais de EDX foram realizadas no Crti – Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação- na UFG. Utilizou-se em detector de raios X

Oxford Instruments X-MaxN, acoplado a um microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL JSM-IT300, operando a 15 kV.

3.4 Síntese das nanopartículas de ouro

Após extração e coleta do látex *Croton lechleri* foram realizados testes de solubilidade em água e etanol, onde 2 mL do mesmo foi solubilizado em 5 mL de água e 5 mL de etanol. O látex foi mais solúvel em água, então foi utilizado este solvente para as reações posteriores.

Foram preparadas diferentes soluções com concentrações diferentes do látex conforme segue na Tabela 1:

Tabela 1- Relação entre soluto e solvente nas proporções analisadas.

Soluto (<i>látex de Croton lechleri</i>) em mg	Solvente (água destilada) em mL
50	5
75	5
100	5
150	5
200	5

Fonte: Autor

Foi preparada uma solução de água régia (ácido clorídrico/ácido nítrico) na proporção de 1:3. Em seguida foram adicionados 2,0 mg de ouro metálico para a produção do ácido tetracloroáurico, que não foi isolado.

Após 24 h, 2,5 mL da solução contendo o ácido tetracloroáurico foram adicionados 1,0 mL de látex à temperatura de 24 °C, e levado para agitação no equipamento Vortex (Marca: Quimis) por 30 segundos.

Em seguida a amostra foi seca em estufa de ar circulante e levada para as medidas espectroscópicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Extração do Látex de *Croton lechleri* Müll. Arg.

Foram obtidos aproximadamente 1,0 L de látex de cor avermelhada apresentando aspecto límpido e pouco viscoso. A cor avermelhada do látex apresentada se dá em razão de ser composta por polifenóis substâncias caracterizadas por possuírem mais de um anel aromático, hidroxilados, as quais se mostram capazes de varrer radicais livres e aprisionar metais na formação de novos compostos, além disso esses grupos fenóis são cromóforos, ou seja, absorvem luz e, por serem sistemas altamente conjugados, a absorção se dá na região que vai do azul ao ultravioleta, apresentando a cor complementar observada que varia entre o amarelo e o vermelho (BATTESTIN *et al.*, 2008).

4.2 Resultados das análises Físico-químicas

4.2.1 Índice de acidez

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do látex. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio.

Tabela 2 - Índice de Acidez em mg KOH/g, de látex.

Massa (g)	Volume (mL)	Índice de acidez em mg KOH/g
10,0391	1,3	3,633
10,0003	1,1	3,085
10,0148	1,2	3,361
Média do Índice de Acidez	1,2	3,359

Fonte: Autor

Foi encontrado o valor de 3,359 mg KOH/g o que indica baixa acidez, provavelmente devido à presença de ácidos orgânicos naturais, e não devido a decomposição do látex (FUENTES *et al.*, 2011).

4.2.2 Medida de pH

Como esperado o látex, *in natura*, é levemente ácido com pH 3,73 corroborando com a medida de acidez anterior. O látex não é resinoso, e sim uma solução aquosa, possivelmente composta por ácidos orgânicos, dentre outras substâncias já relatadas anteriormente.

4.2.3 Índice de Iodo

Segundo Maia (2006), quanto maior o índice de iodo, maior o número de duplas ligações (insaturações) presentes no látex. Os resultados para o ensaio podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Índice de Iodo com os dados de massa (g) e Volumes (mL).

Massa (g)	Volume (mL)	Volume branco (mL)	Resultado
0,1129	42,2	42,8	7,45
0,1226	41,7	42,8	12,6
0,1255	41,8	42,8	11,17
Médias dos resultados	41,9	42,8	10,4

Fonte: Autor

O índice de iodo obtido está de acordo com o esperado para sistemas com múltiplas insaturações, já que de acordo com a literatura científica citada anteriormente, o látex é constituído por compostos polifenólicos e outras substâncias que apresentam insaturações.

4.2.4 Densidade

Em nosso experimento a densidade do látex de *Croton lechleri* medido a temperatura de 24,4 °C, tem o valor de 1,0685 g/cm³.

4.2.5 Viscosidade Cinemática

A viscosidade é uma medida da resistência do fluido ao movimento e descreve a causa das interações moleculares provocadas pelo atrito interno das moléculas.

Tabela 4 - Viscosidade Cinemática e tempo de escoamento.

Tempo (s)		Viscosidade (centiStoke = cSt)
		1 cSt = $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
28,77		2,075
28,88		2,148
28,32		1,775
Média	28,66	1,999

Fonte: Autor

Devido ao fato do látex ter baixa viscosidade, sendo mais elevada que a viscosidade da água (1,002 cSt), as interações moleculares que ocorrem no látex são mais pronunciadas, possivelmente devido às forças de ligação de hidrogênio dos ácidos orgânicos e dos polifenóis.

4.2.6 Índice de Refração

Foi utilizado um Refratômetro Abbe com Indicador de Temperatura, Brix, MODELO: 2WAJ, sob uma temperatura de 20 °C foi encontrado o índice de refração de 1,374, considerado bem próximo ao da água, que é de 1,33.

4.3 Cor avermelhada do látex

A cor avermelhada do látex apresentada se dá em razão de ser composta por polifenóis, que são substâncias caracterizadas por possuírem mais de um anel aromático, carregado por grupos de hidroxilas, as quais se mostram capazes de varrer radicais livres e aprisionar metais na formação de novos compostos (BATTESTIN *et al.*, 2008).

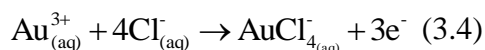
4.4 Teste de solubilidade

O látex apresentou-se mais solúvel em água, por esta ser um composto polar, pode-se inferir que o látex também apresentam moléculas com essas características, uma vez que moléculas que são facilmente miscíveis com a água são provavelmente também polares e contém um ou mais grupos capazes de fazerem ligações de hidrogênio (ROCHA, 2001).

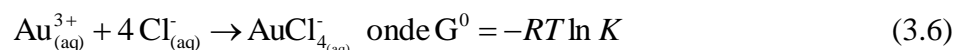
4.5 A reação entre ouro e água régia

O ouro é quimicamente conhecido como metal nobre, e não reage nem com ácido nítrico e nem com ácido clorídrico (JONES & ATKINS, 2006).

A formação do complexo AuCl_4^- é dada por a Equação (3.4):



A formação deste complexo é descrita pelos valores de energia livre de Gibb de padrão de reação (G^0) das Equações (3.5) e (3.6) (SOUZA *et al.*, 2008).



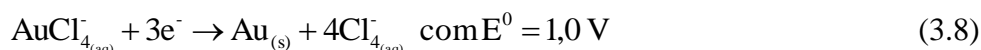
Sendo assim, se obtém a Equação (3.7):

$$E^0 = \frac{RT \ln K}{3F} \quad (3.7)$$

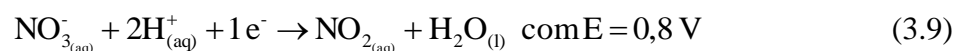
Onde:

F = Constante de Faraday

K = Constante de complexação, e podendo levar o E^0 da semireação, Equação (3.8):

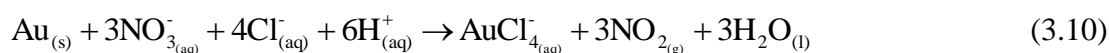


Admitindo que o nitrato atue como oxidante, Equação (3.9):



Obtém-se um $\Delta E = -0,2 \text{ V}$, o que se percebe é que a complexação torna o ΔE^0 menos negativo, sendo o processo ainda continua espontâneo na condição padrão.

Aplicando-se a Equação de Nernst para atividades superiores a 1 mol L^{-1} dos íons em solução, é possível mostrar a tendência de ΔE para valores positivos, Equação 10:



Para: $[\text{HCl}] = 3,38 \text{ mol L}^{-1}$, $[\text{HNO}_3] = 2,17 \text{ mol L}^{-1}$, a Equação (3.11), com o parâmetro $P_{\text{NO}_2} = 1 \text{ Bar}$,

$$a_{\text{AuCl}_4} = 10 \frac{10^{-6} \text{ mol}}{L} \quad (3.11)$$

Empregando coeficientes de atividades médios dos ácidos e atividade da água tabelados, obteve-se $\Delta E = -0,060 \text{ V}$.

Combinando apesar de ser não espontânea em condições padrão, usando concentrações elevadas dos ácidos (força atômica elevada) ela acaba ocorrendo, e ainda apresenta um sobre aquecimento.

4.6 Solução Coloidal

Foi obtida uma solução coloidal pouca avermelhada devido à presença do látex da planta e, posteriormente, ao se colocar tetracloroáurico na proporção de 1mL do látex em água destilada por 2,5 mL de ácido tetracloroáurico, formou-se uma suspensão de ouro coloidal.

Os íons Au^{3+} aparecem por meio do ácido tetracloroáurico, que é a forma ácida do cloreto de ouro. Nesse processo, observou-se mudança de coloração do meio de vermelho para lilás, procedimento que durou um intervalo de cinco minutos. A agregação das nanopartículas de ouro é instantaneamente evidenciada pela mudança de cor da solução segundo a Tabela 5.

Tabela 5 - Indicação do tempo gasto para mudança completa da coloração no acréscimo do tetracloroáurico.

Soluto (látex de <i>Croton lechleri</i>) em mg ou seja 10^{-3} g	Tempo (s)
50	300
75	240
100	60
150	15
200	15

Fonte: Autor

Ressalta-se que após o teste de colocar tetracloroáurico misturado com o látex diluído em água, a uma temperatura de $19 \text{ }^\circ\text{C}$, foi verificado que aquelas com concentração mais baixa de látex teve o tempo de mudança de cor mais lento. Levando-se em conta a temperatura, foi percebido um tempo maior do que o esperado, levando assim a refazer as mesmas mediadas em uma temperatura de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ novamente.

Figuras 19 - Látex misturada com o ácido tetracloroúrico.



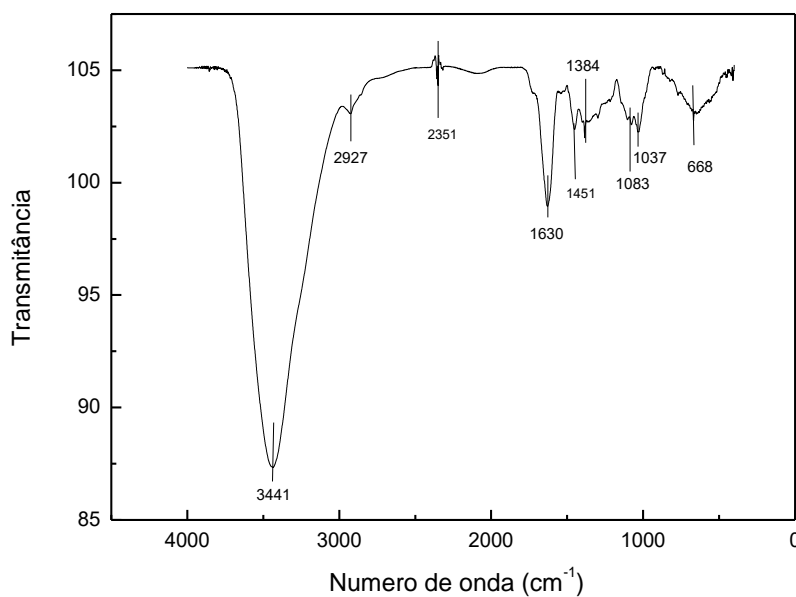
Fonte: Autor (2015)

4.7 Análises Espectroscópicas

4.7.1 Espectroscopia Infravermelho com Transformada de Fourier do látex puro

No espectro da espectroscopia Infravermelha é possível observar as bandas em 3441 cm^{-1} característica da deformação axial da ligação O-H, de alcoóis ou ácidos carboxílicos, no caso os grupos fenóis presentes no látex ou ácidos orgânicos. O alargamento da banda além de ser característica para o grupo O-H é intensificado com a presença de água e, como o látex é uma solução aquosa, o alargamento já era previsto. O pico em 2927 cm^{-1} é característica da deformação angular fora do plano da ligação C-H alifáticos. O pico em 1630 cm^{-1} é característica da deformação axial da ligação C=C em aromáticos, assim como o pico em 668 cm^{-1} característica da deformação angular da ligação C-H em aromáticos. As bandas observadas nas regiões de 1380 à 1450 cm^{-1} são características da deformação angular da ligação C-O em ácidos carboxílicos. As bandas em 1037 à 1200 cm^{-1} são características da deformação angular da ligação C-O em alcoóis e fenóis.

Figura 20 - Espectro Infravermelho do látex.

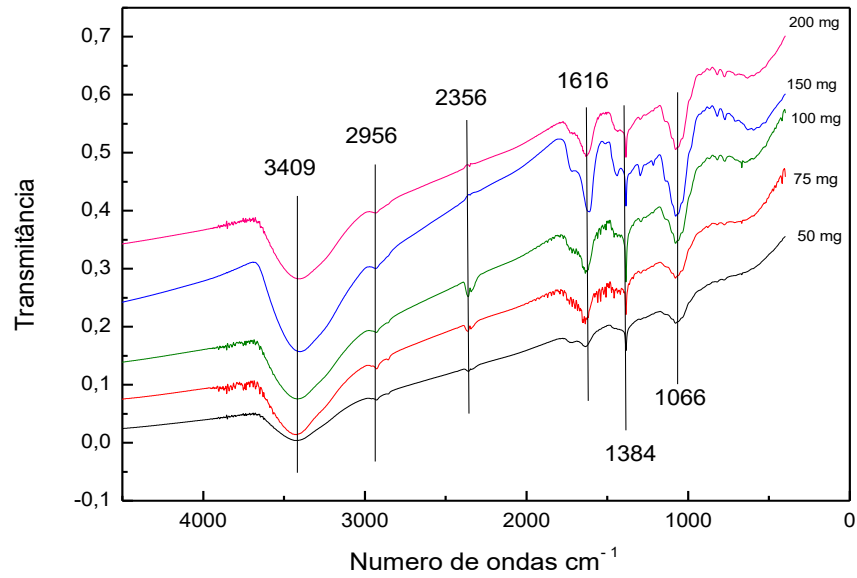


As bandas observadas estão de acordo com a literatura científica, onde no látex são encontrados compostos polifenólicos e ácidos orgânicos (BARBOSA, 2007; PAVIA, 2010).

4.7.2 Espectroscopia de Infravermelho com acréscimo do tetracloroáurico

Conforme observado na Figura 21, não houve alterações significativas das bandas de transmitância do látex puro e após adição do ácido tetracloroáurico. Isso se dá devido à quantidade de ouro reduzido ser pequena quando comparado à quantidade de compostos presentes no látex inicial e depois da adição. Devido ao efeito de massa, os compostos iniciais ainda são majoritários após a reação, quando comparados aos subprodutos da reação de oxirredução, e são eles que determinam o espectro de IV (BARBOSA, 2007; PAVIA, 2010).

Figura 21 - Espectros de infravermelho com tetracloáurico nas medidas de 50 mg, 75 mg, 100 mg, 150 mg e 200 mg de látex.

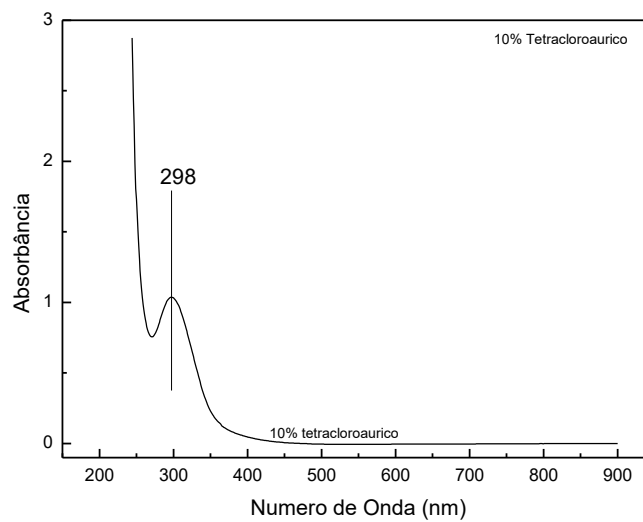


4.7.3 Análises Espectroscópicas de UV-Vis

4.7.4 Espectro de UV-Vis do tetracloáurico

Na Figura 22 pode ser observada a banda de absorção do ácido tetracloáurico em 298 nm.

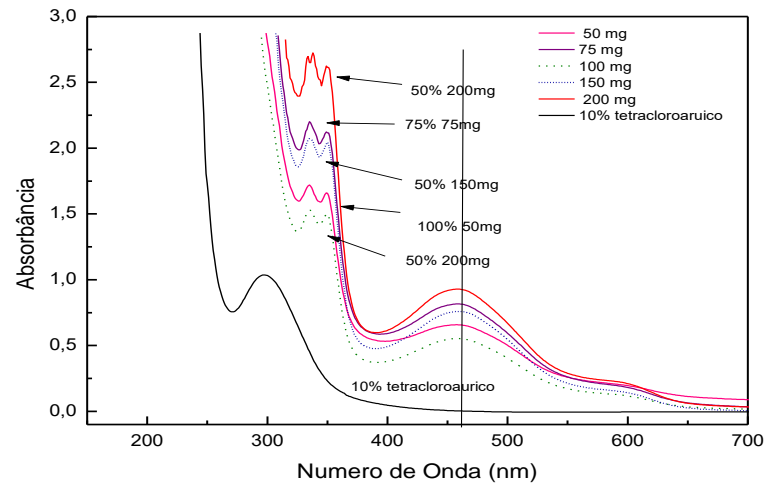
Figura 22 - Absorção do Au^{3+} .



4.7.5 Espectro de UV-Vis do látex após adição do ácido tetracloroáurico em diferentes concentrações

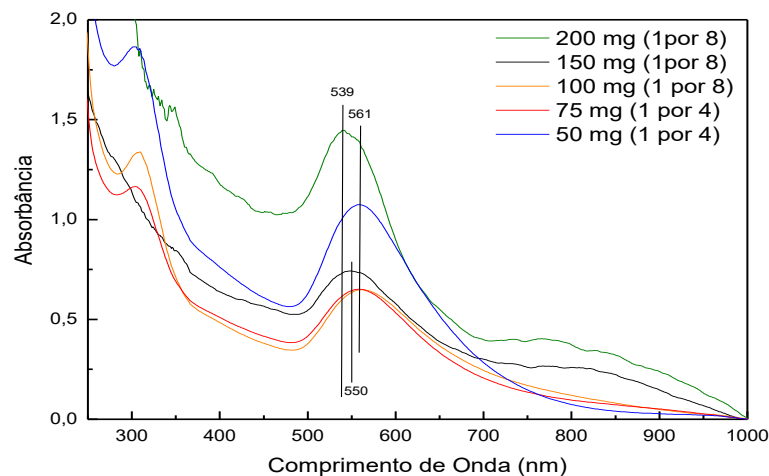
Nas Figuras 23 e 24 são observadas as bandas de absorção do látex antes e após adição do ácido tetracloroáurico respectivamente.

Figura 23 - Espectroscopia de UV-Vis do látex a diferentes concentrações.



As bandas de absorção na região de 335 à 350 nm são referentes aos compostos existentes no látex. Por se tratarem de compostos fenólicos estes tendem a absorver na região do violeta ao ultravioleta, exibindo a cor complementar amarelo – vermelha (HEIL, 2002 apud MONTEIRO, 2005; FAVARIN, 2014).

Figura 24 - Espectro do UV-Vis com acréscimo do tetracloroáurico nas diferentes concentrações.



Ao se analisar os espectros se observa na legenda que foram analisadas as amostras diluídas em água destilada nas concentrações de 1 de látex com tetracloroáurico para 4 de água destilada, nas amostras de 50 mg e 75 mg, já nas amostras de 100 mg, 150 mg e 200 mg, foi necessário uma diluição maior, sendo que foi feita uma diluição de 1 de látex com tetracloroáurico para 8 de água destilada.

As bandas que aparecem em 550 nm se referem às nanopartículas de Au⁰ sintetizadas e ocorre por que estas sofreram o efeito plasmônico, ou seja, ressonância para comprimentos de onda mais energéticos. As bandas entre 300 a 400 nm ainda permanecem. O deslocamento entre as bandas mais energéticas se dá devido aos diferentes tamanhos da nanopartículas de Au⁰, conforme já é esperado e relatado na literatura científica (DE SOUZA VIOL, 2011).

Ferreira (2014) cita em sua obra que as nanopartículas são induzidas pelo campo elétrico na formação de um dipolo e, que ocorre uma força de restauração na nanopartícula no dipolo para compensar essa formação, o que tem como resultado uma ressonância do comprimento de onda. Ocorre uma distribuição de cargas, criando um campo elétrico em torno da nanopartícula e até dentro dela mesma, ao ser excitada, o que afeta ao deslocamento da densidade eletrônica. Como resultado destes efeitos e da provocação das várias oscilações na nanopartícula, ocorre uma força de restauração ficando com vários elétrons em suas extremidades, esses elétrons interagem com a radiação que incide sobre a partícula criando oscilações harmônicas, o que resulta no surgimento da banda em 550 nm (EUSTIS, S.; EL-SAYED, M. A. 2006; FERREIRA NETO, 2014). O aumento no tamanho das partículas resulta em um deslocamento da banda plasmônica de superfície do metal para a região espectral de maior comprimento de onda (SONG *et. al.*, 2010). A largura e o máximo de absorção da banda plasmônica são grandes influências da temperatura, do formato da nanopartícula, do meio e da constante dielétrica de cada metal.

4.8 Análise do Potencial Zeta

Uma dispersão coloidal é mais estável, ficando mais tempo dispersa, quando temos o Potencial Zeta em uma faixa fora da região de +/- 30 mV, (SKOOG & ROLER, 2002). A estabilidade da dispersão está relacionada com o tamanho final das partículas, já que se as partículas ficam mais tempo dispersas, sem se aglomerarem rapidamente, o tamanho final das mesmas será menor, enquanto que a instabilidade da dispersão formará aglomerados rapidamente resultando em partículas maiores, ou seja, todas as amostras são estáveis revelando a vulnerabilidade do sistema com relação à agregação.

Na Tabela 6 apresentamos os resultados para o Potencial Zeta médio das amostras do látex com tetracloroáurico utilizando diferentes quantidades do látex.

Tabela 6 - Potencial Zeta das amostras do látex com tetracloroáurico.

Amostras	Potencial Zeta (mV)
50 mg	-13,4
75 mg	6,09
100 mg	12,5
150 mg	15,5
200 mg	14,5

Fonte: Autor

4.9 Índice de Polidispersão

Fornece a distribuição e o tamanho das nanopartículas, determinado pelo índice de polidispersividade ou (PDI) Instruments, (2004). Os dados mostram que o tamanho das nanopartículas é variado (Multimodal) para todas as concentrações do látex que variam na formação de aglomerados de nanopartículas, ou sejam quanto mais látex menos aglomerados de nanopartículas. O que é notado é que o tempo é determinante na diminuição do PDI das amostras, onde a diminuição do tempo favoreceu a monodispersidade das nanopartículas de ouro preparadas sob agitação momentânea em agitador Vortex. A heterogeneidade das propriedades das amostras obtidas, ficou clara, pois percebeu que todas se encontram polidispersas mostrada nas Tabelas 7-10.

Tabela 7- Índice de Polidispersão de 50 mg.

Índice de Polidispersão (PDI)	
	0,494
	0,390
	0,304
Média	0,396
Desvio Padrão	± 0,095

Fonte: Autor

Tabela 8 - Índice de Polidispersão de 75 mg.

Índice de Polidispersão (PDI)	
	0,747
	0,361
	0,417
Média	0,510
Desvio Padrão	± 0,17

Fonte: Autor

Tabela 9 - Índice de Polidispersão de 150 mg.

Índice de Polidispersão (PDI)	
	0,919
	0,772
	0,513
Média	0,735
Desvio Padrão	± 0,2

Fonte: Autor

Tabela 10 - Índice de Polidispersão de 200 mg.

Índice de Polidispersão (PDI)	
	1,00
	1,00
Média	1,00
Desvio Padrão	± 0

Fonte: Autor

4.10 Microscopia Eletrônica de Transmissão – MET

Foi observado na medida de Potencial Zeta que as partículas se agregam com uma dispersão instável, no decorrer do tempo. As nanopartículas de ouro, também possuem tamanhos variados, independente da concentração obedecendo à análise de potencial Zeta e de polidispersividade, ou seja, instabilidade incipiente se observam nas Imagens de Microscopia Eletrônica de Transmissão apresentandose em forma agregadas e isoladas.

4.10.1 Análise de 50 mg

Usamos o programa Image J para coletar 130 partículas em tamanhos diferentes, ocorrendo maior número de frequências entre as proporções de tamanho entre 10 - 20 nm e entre 40 - 50 nm, que juntas aproximadamente 47 % do total de nanopartículas de ouro. Percebe-se um grande acúmulo de aglomerados de nanopartículas, dificultando as medidas dos diâmetros das nanopartículas de ouro (Figura 25). Na Tabela 11 apresentamos as frequências dos diâmetros das nanopartículas. Na Figura 26 apresentamos o histograma do diâmetro das nanopartículas.

Figura 25 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de *Croton lechleri* na medida de 50 mg.

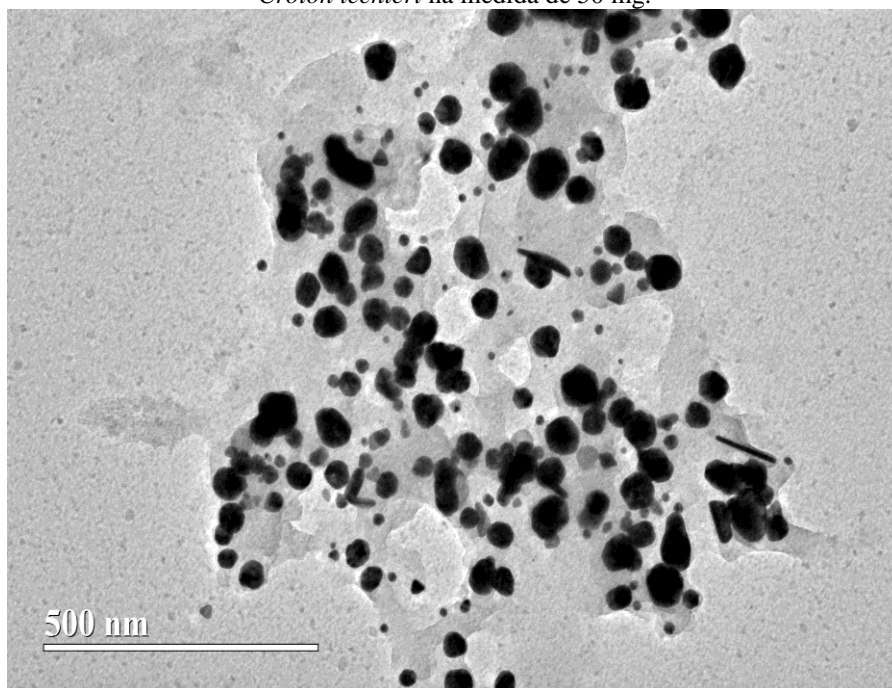
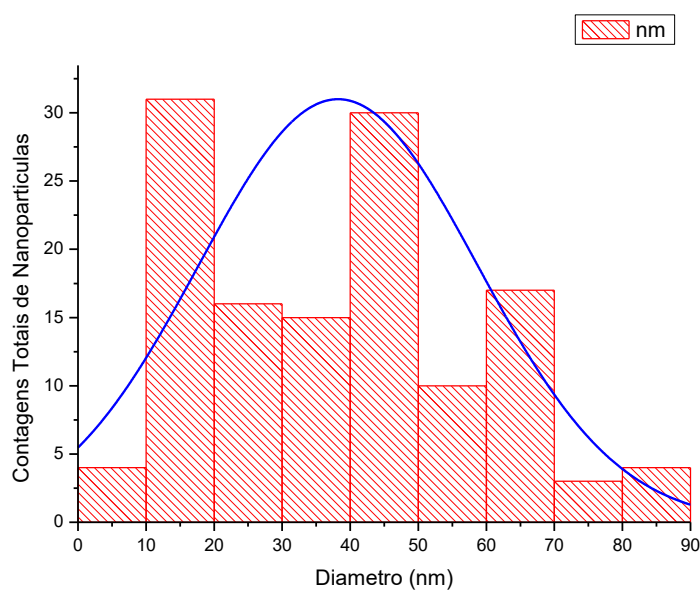


Tabela 11 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas em 50 mg.

Contagens Totais de diâmetro em (nm)	Frequências	Frequências Relativas (%)	Frequência Acumulada	Frequência Relativa Acumulada (%)
0 10	4	3,1	4	3,1
10 20	31	23,9	35	27
20 30	16	12,3	51	39,3
30 40	15	11,5	66	50,8
40 50	30	23	96	73,8
50 60	10	7,7	106	81,5
60 70	17	13,1	123	94,6
70 80	3	2,3	126	96,9
80 90	4	3,1	130	100
TOTAL	130	100		

Figura 26 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 50 mg.



4.10.2 Análise de 75 mg

Na Figura 27 mostra que as nanopartículas se encontram formando agregados e na forma de esfera, com tamanhos variados, dificultando a medida dos diâmetros das mesmas.

Figura 27 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de *Croton lechleri* na medida de 75 mg.

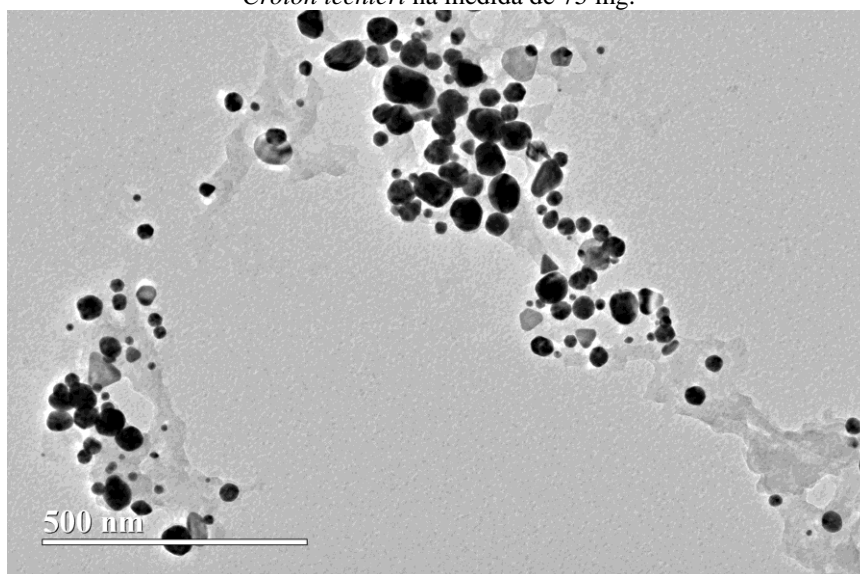
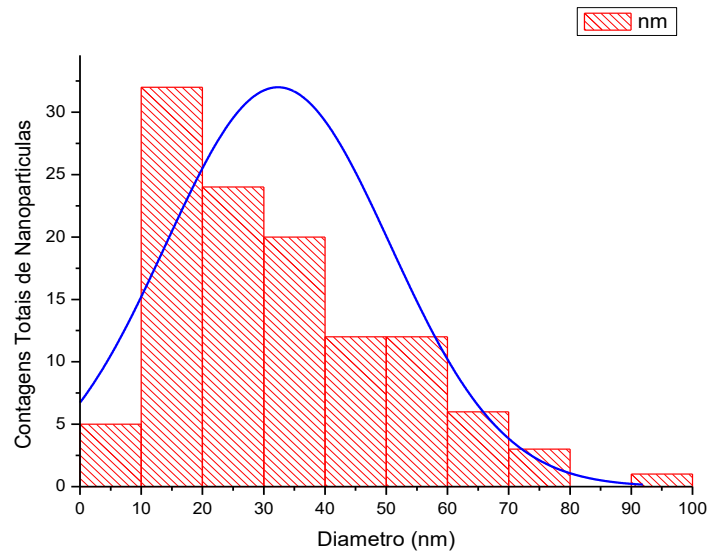


Tabela 12 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas em 75 mg.

Contagens Totais de nanopartículas	Frequências	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada	Frequência Relativa Acumulada (%)
0 10	5	4,3	5	4,3
10 20	32	27,9	37	32,2
20 30	24	20,9	61	53,1
30 40	20	17,4	81	70,5
40 50	12	10,4	93	80,9
50 60	12	10,4	105	91,3
60 70	6	5,2	111	96,15
70 80	3	2,6	114	99,1
80 90	0	0	114	99,1
90 100	1	0,9	115	100
TOTAL	115	100		

Na Tabela 12 apresentamos as frequências dos diâmetros das nanopartículas em 75 mg. Na Figura 28 apresentamos o histograma do diâmetro das nanopartículas de 75 mg.

Figura 28 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 75 mg.



Ao analisar a Figura 28, pode-se afirmar que a maioria dessas nanopartículas tem diâmetros entre 10 nm e 40 nm, sendo mais agregadas e gerando uma porcentagem de 66,08 % do total de nanopartículas de ouro.

4.10.3 Análise de 100 mg

Na Figura 29, foram coletadas 188 nanopartículas de ouro em tamanhos bem diferenciados, levando em consideração que quanto maior a quantidade de látex mais dispersas estão as nanopartículas.

Figura 29 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de *Croton lechleri* na medida de 100 mg.

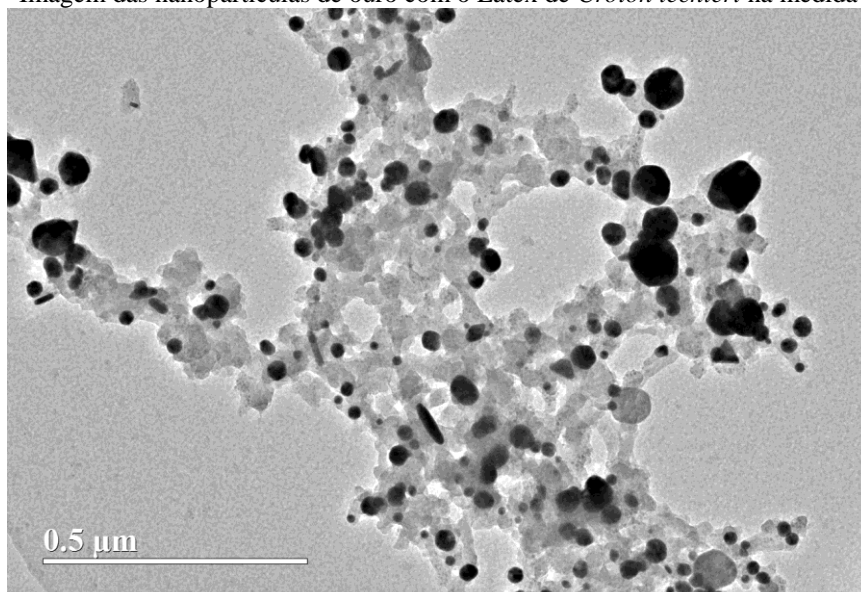
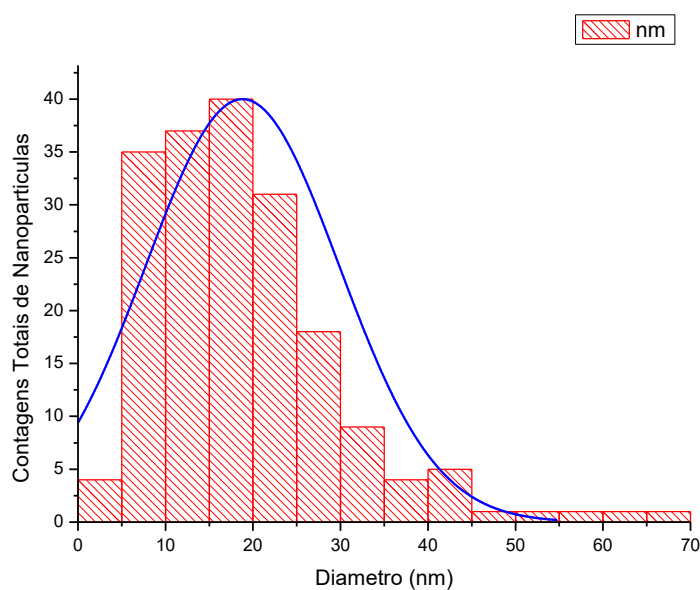


Tabela 13 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas de ouro de 100 mg.

Contagens Totais de Nanopartículas	Frequência	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada	Frequência Relativa Acumulada (%)
0 - 10	39	20,75	39	20,75
10 - 20	77	40,95	116	61,7
20 - 30	49	26,06	165	87,76
30 - 40	13	6,91	178	94,67
40 - 50	6	3,2	184	97,87
50 - 60	2	1,065	186	98,935
60 - 70	2	1,065	188	100
	188	100		

Figura 30 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 100 mg.



Na Tabela 13 mostramos a frequências dos diâmetros de nanopartículas de 100 mg. Ao analisar a Figura 30, pode-se afirmar que a maioria dessas nanopartículas tem diâmetros entre 5 nm e 30 nm, sendo poucas menos agregadas que as de 50 mg e 75 mg, polidispersas e gerando uma porcentagem de 87,7 % do total de nanopartículas de ouro.

4.10.4 Análise de 150 mg

Na Figura 31, foram analisadas 264 nanopartículas de ouro em tamanhos bem diferenciados, o que leva a se verificar o comportamento de estabilidade dos colóides, verifica-se que as nanopartículas de ouro são de instabilidade bem diferentes, pois se verifica nanopartículas de tamanhos variados.

Figura 31- Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de *Croton lechleri* na medida de 150 mg.

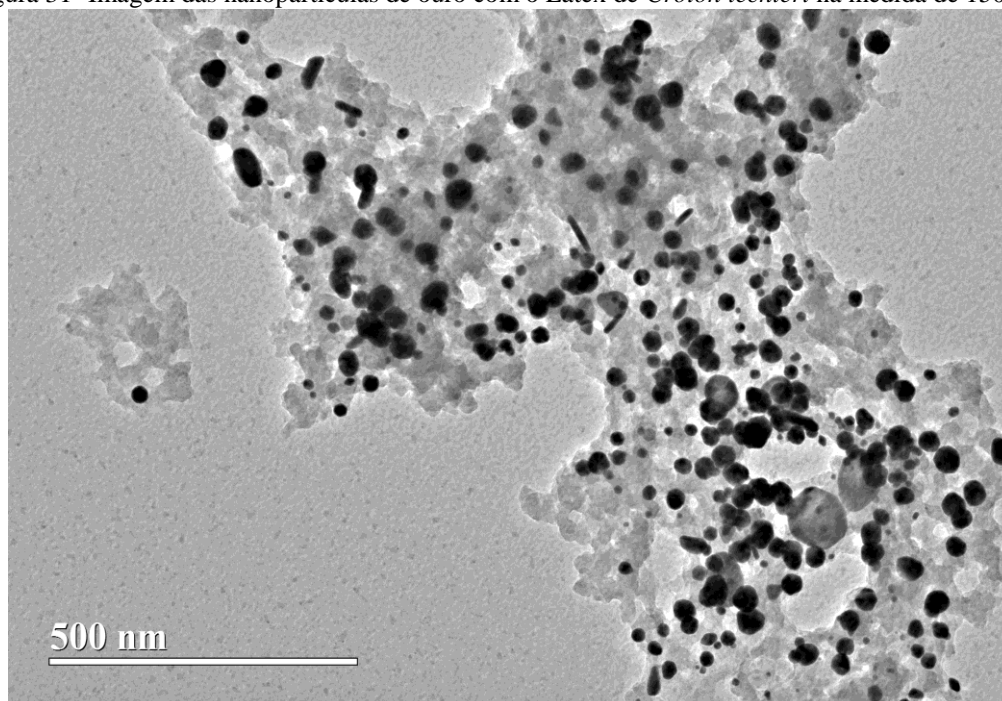
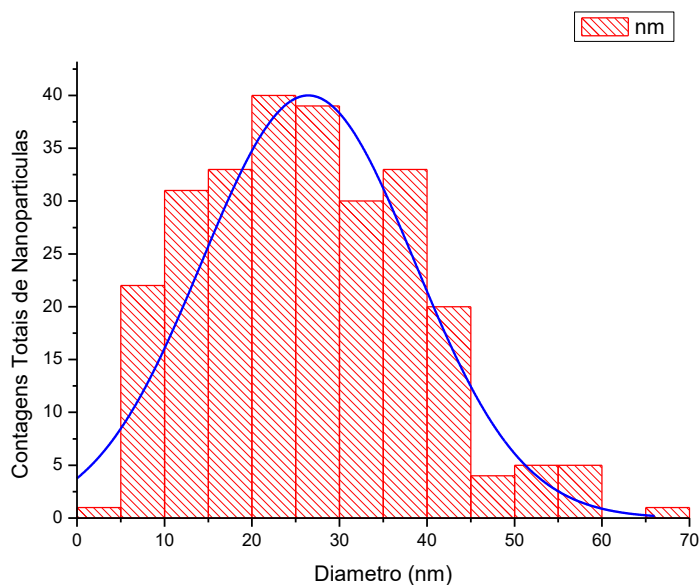


Tabela 14 - Frequências das medidas de diâmetro das nanopartículas de ouro em 150 mg.

Contagens Totais de Nanopartículas	Frequência	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada	Frequência Relativa Acumulada (%)
0 - 10	23	8,70	23	8,70
10 - 20	64	24,24	87	32,94
20 - 30	79	29,92	166	62,86
30 - 40	64	24,24	230	87,10
40 - 50	24	9,10	254	96,20
50 - 60	9	3,40	163	99,60
60 - 70	1	0,40	264	100
Total	264	100		

Figura 32 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 150 mg.



Na Tabela 14 mostra as frequências do diâmetros das nanopartículas de ouro de 150 mg. Ao analisar a Figura 32, pode-se afirmar que a maioria dessas nanopartículas tem diâmetros entre 10 nm e 40 nm, sendo poucas menos agregadas, polidispersas e gerando uma porcentagem de 78,4 % do total de nanopartículas de ouro, dentro desta faixa.

4.10.5 Análise de 200 mg

Na Figura 33, foram coletadas 172 nanopartículas de ouro em tamanhos bem diferenciados, o que comprova que as nanopartículas estão mais desagregadas e polidispersas. O resultado de nossa pesquisa nos mostra que quanto mais concentrado fica o látex, mais desagregadas e dispersas ficam as nanopartículas.

Figura 33 - Imagem das nanopartículas de ouro com o Látex de *Croton lechleri* na medida de 200 mg.

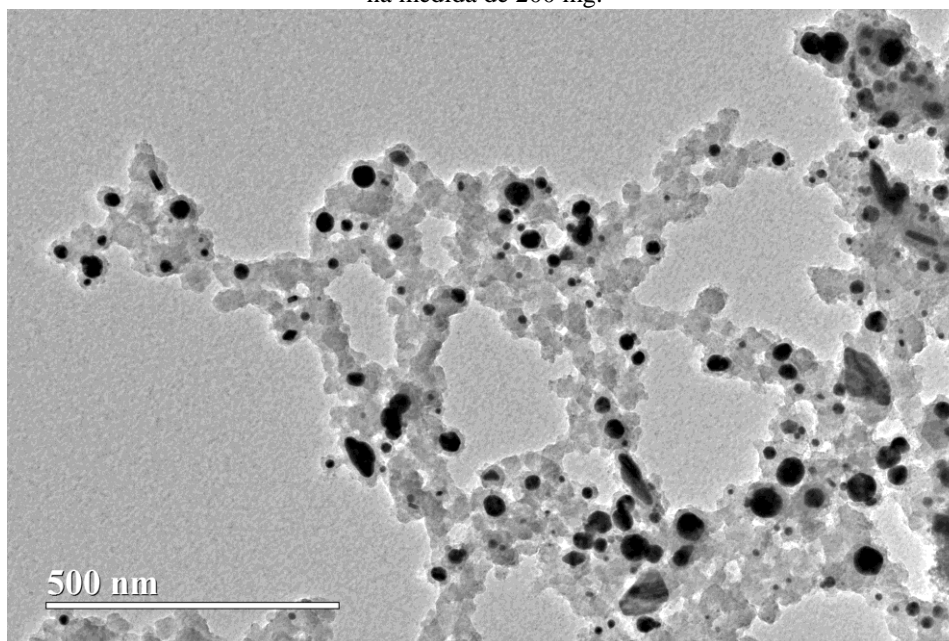
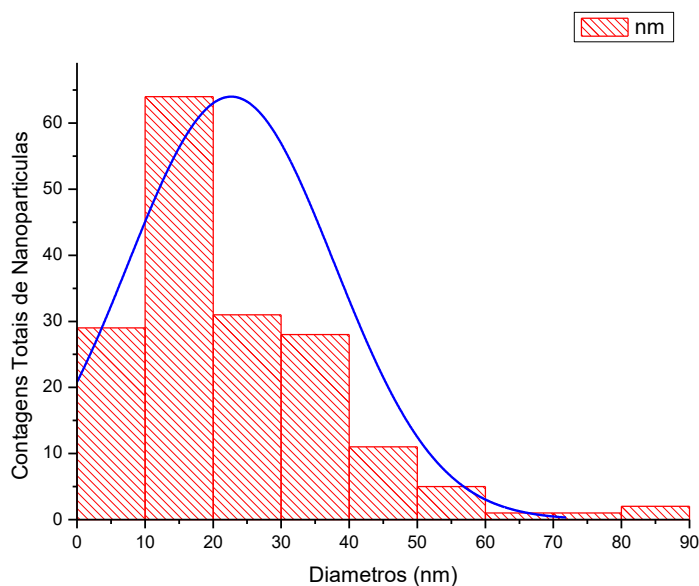


Tabela 15 - Frequências das medidas dos diâmetros das nanopartículas de ouro de 200 mg.

Contagens Totais de Nanopartículas	Frequência	Frequências Relativas (%)	Frequências Acumuladas	Frequências Relativas Acumuladas (%)
0 - 10	29	16,90	29	16,90
10 - 20	64	37,20	93	54,10
20 - 30	31	18,00	124	72,10
30 - 40	28	16,30	152	88,40
40 - 50	11	6,40	163	94,80
50 - 60	5	2,80	168	97,60
60 - 70	1	0,60	169	98,20
70 - 80	1	0,60	170	98,80
80 - 90	2	1,20	172	100,00
Total	172	100		

Figura 34 - Histograma do diâmetro das nanopartículas de 200 mg.



Na Figura 34, pode-se afirmar que a maioria dessas nanopartículas tem diâmetros entre 10 nm e 30 nm, sendo também menos agregadas, polidispersas e gerando uma porcentagem de 55,2 % do total de nanopartículas de ouro, dentro desta faixa.

A quantidade mais alta de látex proporciona um menor número de agregação das nanopartículas e também resulta em uma melhor homogeneidade na formação das nanopartículas. A Tabela 15 apresenta a frequência dos diâmetros das nanopartículas de 200 mg.

Para realçar o estudo da planta, foi colocada abaixo, todas as imagens de cada medida todas juntas.

Figura 35 - 50 mg de látex.

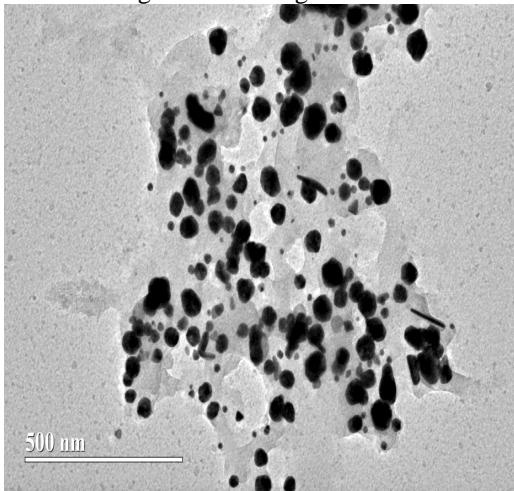


Figura 36 - 100 mg do látex.

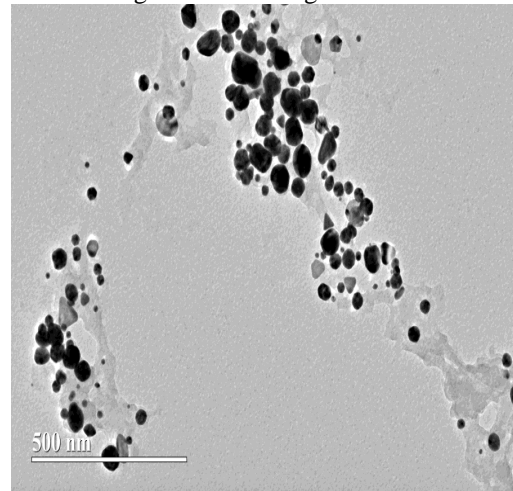


Figura 37 - 75 mg do látex.

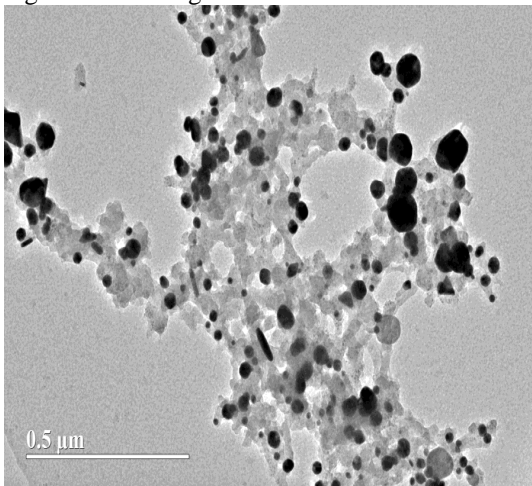


Figura 38- 150 mg do látex.

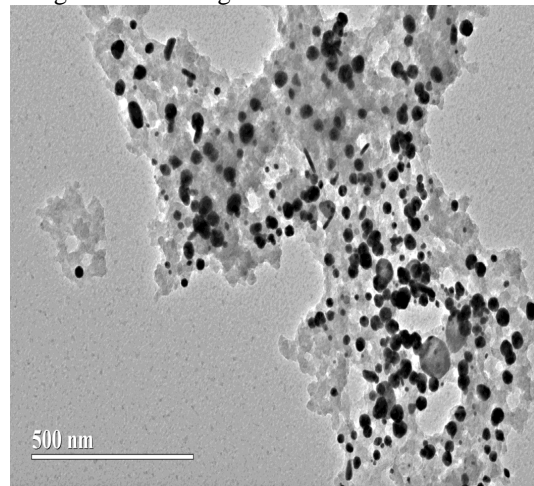
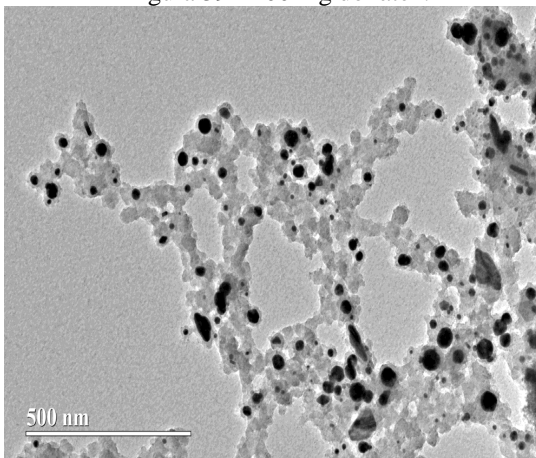


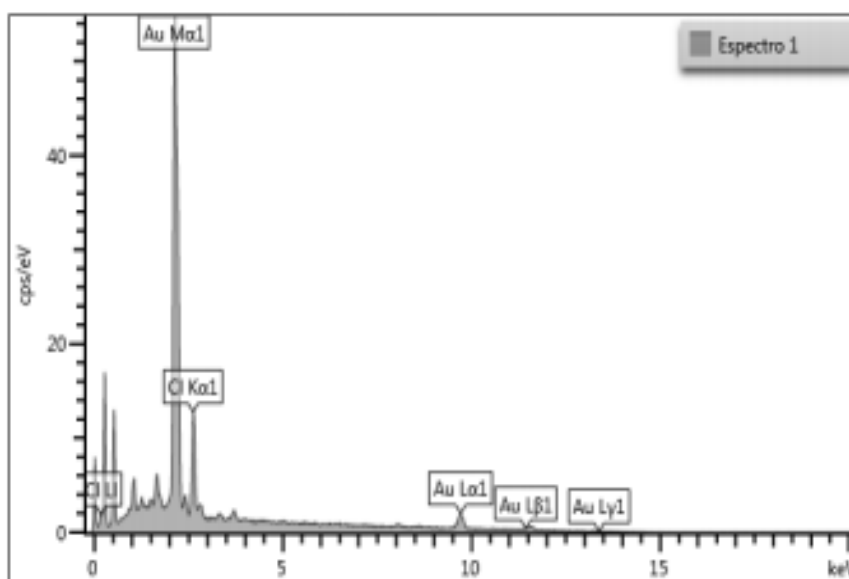
Figura 39 - 200 mg do látex.



4.11 Espectroscopia de Fluorescência de Raios X –EDX

O gráfico de EDX mostra a composição percentual de cada elemento, nas amostras contendo ouro, obtida por EDX. Verifica-se na Figura 40 que o maior pico de ouro corresponde ao ouro Au^0 , pois como foi relatado anteriormente que devido à quantidade de ouro reduzido ser pequena quando comparado à quantidade de compostos presentes no látex inicial, que por sinal ainda são majoritários após a reação, quando comparados aos subprodutos da reação de oxirredução, sendo assim seguidos posteriormente pelos Au^{1+} , Au^{2+} e Au^{3+} sucessivamente.

Figura 40 - Espectros de EDX mostrando a presença de OURO.



5. CONCLUSÕES

Nossos resultados nos mostram que na utilização do látex de *Croton lechleri* como agente redutor, verificou-se que o látex tem características Físico-químicas interessantes, possui baixa acidez (3,359 mg KOH/g), devido a presença de inúmeros ácidos orgânicos naturais, a medida de pH de 3,73 mostrando que também é levemente ácido. Foi verificado através do índice de iodo com o sistema possui múltiplas insaturações, que ocorrem nos polifenóis e em outros compostos orgânicos. Pelo sistema que compõe o látex ao ser complexo, foi mostrado um índice de refração bem próximo da água de 1,33 e a densidade de 1,0685 g/cm³.

Os resultados de FT-IR, mostram que a ligação O-H dos grupos fenóis ou ácidos orgânicos aparecem em 3441 cm⁻¹ e o alargamento é intensificado na presença de água. A ligação C-H é observada pela deformação angular fora do plano de 2927 cm⁻¹. Observamos que para os compostos aromáticos a deformação axial de C=C em 1630 cm⁻¹ e de C-H em 668 cm⁻¹. Na região de 1380 cm⁻¹ a 1450 cm⁻¹ são características da deformação angular da ligação C-O em ácidos carboxílicos. Na região de 1037 cm⁻¹ à 1200 cm⁻¹ são características da deformação angular da ligação C-O em alcoóis e fenóis.

Na Espectroscopia UV-vis, observa-se o efeito de Ressonância Plasmônica Superficial (RPS) nas bandas em torno de 550 nm, que representam as nanopartículas de Au⁰ reduzidas, ocorrendo a RPS para comprimentos de onda mais energéticos. As bandas entre 300 a 400 nm ainda permanecem, uma vez que tem todos os compostos presentes no látex foram oxidados. O deslocamento entre as bandas mais energéticas se dá devido aos diferentes tamanhos das nanopartículas de Au⁰.

No Potencial Zeta e o Índice de Polidispersão, apresentam nanopartículas estáveis, que tem a diminuição do tamanho dependente da concentração do látex, ou seja, quanto mais látex maior será o aumento da disponibilidade de sítios de reação. O que é verificado que as nanopartículas ficam mais tempo dispersas, mostrando estabilidade, o tamanho final das mesmas será menor, enquanto que a instabilidade da dispersão formará aglomerados rapidamente resultando em partículas maiores. O que se verifica nas imagens de MET é que o tamanho das nanopartículas é variado (Multimodal) para todas as medidas do látex que variam na formação de aglomerados de nanopartículas, ou sejam quanto mais látex menos aglomerados de nanopartículas. O que é notado é que o tempo é determinante na diminuição do PDI das amostras, onde a diminuição do tempo favoreceu a monodispersidade das

nanopartículas de ouro, sendo formadas mais partículas que se encontram no diâmetro entre 10 nm e 40 nm.

Em EDX verifica-se que o maior pico de ouro corresponde ao ouro Au^0 , devido à quantidade de ouro reduzido ser pequena quando comparado à quantidade de compostos presentes no látex inicial, que por sinal ainda são majoritários após a reação, quando comparados aos subprodutos da reação de oxirredução, sendo assim seguidos posteriormente pelos Au^{1+} , Au^{2+} e Au^{3+} .

Comprovando assim, a formação de nanopartículas de ouro coloidal usando como agente redutor o látex de *Croton lechleri*.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

Futuramente pretendemos realizar as medidas de RX para determinar o diâmetro das nanopartículas, a Ressonância Magnética Nuclear - RMN e Cromatografia Gasosa acoplada ao Massa – CG/MS para entender melhor as estruturas químicas presentes no látex. Fazer aplicações biológicas e microbiológicas *in vivo* e *in vitro*.

REFERÊNCIAS

- ALIJÓ, P. H. R. **Cálculo de propriedades físico-químicas de sistemas coloidais assimétricos via equação de poisson-boltzmann modificada.** 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- AMANDA, M. Q. **INTERAÇÃO NANOPARTÍCULA-CLOROFILA: UMA ANÁLISE VIA ESPECTROSCOPIA ÓPTICA.** Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Química. 2014.
- AMARAL, F. P. do. **Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart].** 2007.
- ARAÚJO, J. A. D. M.. **Nanopartículas, óleos essenciais e extratos vegetais no controle in vitro de fungos.** 2014. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró Rio Grande do Norte, 2014.
- ARRAIS, L. G., LYRA, H. F. S., BATISTA, D. C. A., COUTINHO, F. N., SARAIVA, A. M., Pereira, R. C. A., & Melo, S. J. (2014). Atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da raiz, caule e folhas de *Croton pulegioides* Baill.(Zabelê). **Rev. bras. plantas med**, **16** (2, supl. 1), 316-322.
- AZEVEDO, Kelceane; ALECHANDRE, Andréa; LIMA, Ádila; LEITE, Arthur; MELO, T.; COSTA, Jozelice; PEREIRA, Maria Aparecida; CAMPOS, Carlos Alberto; LIMA, Amilton de. **Guia para a extração de sangue de grado (*Croton lechleri* Müll. Arg.):** recomendações técnicas para a extração de látex de sangue de grado (sangue de dragão). Rio Branco-AC: USAID/IPAM, 2008. 28p. il.
- BARBOSA, L. C. de A. **Espectroscopia no Infravermelho na Caracterização de Compostos Orgânicos;** Editora: UFV - 1ª Ed, 2007
- BATTESTIN, V., MATSUDA, L. K., & MACEDO, G. A. (2008). Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, **15**(1), 63-72.
- BONIFÁCIO, Leonardo da Silva. **Processos de agregação e fusão de nanopartículas de ouro: Uma abordagem química.** 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CASANOVA, Monise Cristina Ribeiro. **Síntese, caracterização e estudo da estabilidade de nanopartículas metálicas estabilizadas com polieletrólitos e tióis.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CASTILLO-QUILIANO, A.; DOMÍNGUEZ-TORREJÓN G. (2010). Evaluación de la producción de látex de sangre de grago (*Croton lechleri*) en función al diámetro y cuatro periodos de precipitación en poblaciones naturales de Ucayali, Perú. **Ecología Aplicada**. vol. 9(2), p. 61-69.

DI SAPIO, Osvaldo A.; GATTUSO, Martha A. Caracteres morfoanatómicos y micrográficos de la corteza de *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae). **Dominguezia**, v. 29, p. 1, 2013.

FAVARIN, Lis Regiane Vizolli. Cristaloquímica de Compostos de Cu I Baseados em Pirazolinás 1, 3, 5-Tri-substituídas: Síntese, Caracterização Estrutural e Propriedades Ópticas.

FUENTES, Paula Heidy Aguilera et al.. **Avaliação da qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento**. 2011.

HEIL, M., Delsinne, T., Hilpert, A., Schürkens, S., Andary, C., Linsenmair, K. E., & McKey, D. (2002). Reduced chemical defence in ant-plants a critical re-evaluation of a widely accepted hypothesis. **Oikos**, **99**(3), 457-468.

HORST, H. ANÁLISE QUÍMICA E BIOLÓGICA DOS CONSTITUINTES FENÓLICOS DE *Croton celtidifolius* Baill. Dissertação (Mestrado - Programa de PósGraduação em Química - Universidade Federal de Santa Catarina), 2008.

INSTRUMENTS, Malvern. **Zetasizernano series user manual**. Worcestershire: **Malvern Instruments Ltd**, 2004.

JONES, Loretta; ATKINS, Peter. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. **Porto Alegre: Bookman**, 2006.

JONES, K. (2003). Review of sangre de drago (*Croton lechleri*) - A South American tree sap in the treatment of diarrhea, inflammation, insect bites, viral infections, and wounds: Traditional uses to clinical research. **The Journal of Alternative & Complementary Medicine**. vol. 9(6), p. 877-896.

JUNIOR, Miguel Jafelicci; VARANDA, Laudemir Carlos. O mundo dos colóides. **Química nova na escola**, v. 9, p. 9-13, 1999.

KELLY, K. L., Coronado, E., Zhao, L. L., & Schatz, G. C. (2003). The optical properties of metal nanoparticles: the influence of size, shape, and dielectric environment. **The Journal of Physical Chemistry B**, **107**(3), 668-677.

KLOUCEK, P., Svobodova, B., Polesny, Z., Langrova, I., Smrcek, S., & Kokoska, L. (2007). Antimicrobial activity of some medicinal barks used in Peruvian Amazon. **Journal of ethnopharmacology**, **111**(2), 427-429.

LOPES, T. V., FÉLIX, S. R., de Vargas Schons, S., & de Oliveira Nobre, M. (2013). Dragon's blood (*Croton lechleri* Mull., Arg.): an update on the chemical composition and medical applications of this natural plant extract. A review. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, **7**(2), 167-191.

MAIA, E.L. **Material Didático Teórico – Tecnologia do Pescado I**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MAYER, Kathryn M.; HAFNER, Jason H. Localized surface plasmon resonance sensors. **Chemical reviews**, v. 111, n. 6, p. 3828-3857, 2011.

MILLER, M. J., Vergnolle, N., McKnight, W., Musah, R. A., Davison, C. A., Trentacosti, A. M., & Wallace, J. L. (2001). Inhibition of neurogenic inflammation by the Amazonian herbal medicine *sangre de grado*. **Journal of investigative dermatology**, **117**(3), 725-730.

MONTEIRO, J. M., de Albuquerque, U. P., de L Araujo, E., & de Amorim, E. L. C. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, **28**(5), 892.

MORAIS, S. F., da Silva, M. G., da Silva, E. C., de Melo, A. M., Pacheco, L. H., & Meneghetti, M. R. (2012). Síntese e Estabilização de Nanopartículas de Ouro em Óleo de Mamona. **Revista Virtual de Química**, **5**(1), 95-105.

NETTO-FERREIRA, José Carlos. Reações Catalíticas Empregando o Efeito Plasmônico de Nanopartículas Metálicas Suportadas. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 165-217, 2014.

ORDANO, M., Fornoni, J., Boege, K., & Domínguez, C. A. (2008). The adaptive value of phenotypic floral integration. **New Phytologist**, **179**(4), 1183-1192.

OSAKADA, Ayumi. Desenvolvimento inicial de sangue-de-dragão (*Croton lechleri* Müll. Arg.) sob diferentes classes de solos, corretivos e níveis de luminosidade na Amazônia Central. 2009.

Pavia, D.L.; Lampman, G.N.; Kriz, G.S. e Vyvyan, K.J. – Introdução à Espectroscopia, 1ª Ed. Editora Cengage Learning, - Tradução da Quarta Edição Americana, 2010.

PANÁČEK, A., Kolář, M., Večeřová, R., Pucek, R., Soukupová, J., Kryštof, V., Kvítek, L. (2009). Antifungal activity of silver nanoparticles against *Candida* spp. **Biomaterials**, **30**(31), 6333-6340.

PAVIA, D. L., LAMPMAN, G. M., KRIZ, G. S., & VYVYAN, J. R. (2010). Introdução à espectroscopia. **Cengage Learning**, **4**.

PINEDO, P. M., Rengifo, E., & Cerruti, T. (1997). Plantas medicinais de la Amazonía peruana, estudos de usos y cultivos. *Lima, Pe: Tratado de Cooperación Amazónica*.

POLLITO, P. A. Z. (2004). **DENDROLOGIA, ANATOMIA DO LENHO E “STATUS” DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES LENHOSAS DOS GÊNEROS *Cinchona*, *Croton* e *Uncaria* NO ESTADO DO ACRE, BRASIL** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

RAI, Mahendra. Nanobiotecnologia verde: biossínteses de nanopartículas metálicas e suas aplicações como nanoantimicrobianos. **Ciência e Cultura**, v. **65**, n. 3, p. 44-48, 2013.

RANDAU, K. P. et al. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax & Hoffm. (Euphorbiaceae). **Rev. Bras. Farmacogn.**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.89-96, 2004.

RISCOA, E., Vila, R., Henrique S. C, A., Cañiguerala, S., & do Sul, G. (2005). Bases químicas y farmacológicas de la utilización de la sangre de drago. **Revista de fitoterapia**, **5**(2), 101-114.

ROCHA, Willian R. Interações intermoleculares. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, v. **4**, p. 31-36, 2001.

Rosatto, S. S., Freire, R. S., Durán, N., & Kubota, L. T. (2001). Biossensores amperométricos para determinação de compostos fenólicos em amostras de interesse ambiental. **Quim. Nova**, **24**(1), 77-86.

ROSSI, D., Bruni, R., Bianchi, N., Chiarabelli, C., Gambari, R., Medici, A., Paganetto, G. (2003). Evaluation of the mutagenic, antimutagenic and antiproliferative potential of *Croton lechleri* (Muell. Arg.) latex. **Phytomedicine**, **10**(2), 139-144.

SHALAEV, Vladimir M. Transforming light. **Birck and NCN Publications**, p. 101, 2008.

SOUZA, K. de S; CARVALHO, A. R; AFONSO, M. L. C; AGOSTINHO, S. M. L. A reação entre ouro e água régia: uma abordagem termodinâmica. 31º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2008.

TEMPLETON, A. C., Wuelfing, W. P., & Murray, R. W. (2000). Monolayer-protected cluster molecules. **Accounts of Chemical Research**, **33**(1), 27-36.

VIOL, Livia Cristina de Souza et al. Size-selective precipitation in colloidal semiconductor nanocrystals of CdTe and CdSe: a study by UV-VIS spectroscopy. **Química Nova**, v. 34, n. 4, p. 595-600, 2011.

ZAMARION, Vitor de Moraes. **Estudos e aplicações de ressonância plasmônica superficial em nanosondas SERS**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.