



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS URUTAÍ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



Gabrielly Rezende de Souza

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO DA SERRAGEM DO CERNE DE IPÊ (*Tabebuia
heptaphylla*) NO RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DO LAPACHOL**



Urutai – GO
Novembro de 2022

Gabrielly Rezende de Souza

Trabalho de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes

Urutaí – GO

Novembro de 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SD467a Souza, Gabrielly Rezende de
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO DA SERRAGEM DO CERNE DE IPÊ (Tabebuia
heptaphylla) NO RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DO LAPACHOL /
Gabrielly Rezende de Souza; orientador Miquéias
Ferreira Gomes. -- Urutaí, 2022.
35 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Química) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.

1. armazenamento. 2. extração. 3. ipê-roxo. 4.
lapachol. 5. serragem. I. Gomes, Miquéias Ferreira ,
orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Gabrielly Rezende de Souza

Matrícula:

2019101221510048

Título do trabalho:

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DA SERRAGEM DO CERNE DE IPÊ (Tabebuia heptaphylla) NO RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DO LAPACHOL

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Utaí

Local

02 / 12 / 2022

Data

Gabrielly Rezende de Souza

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Aquílio Ferreira Almeida

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 1237/2022 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

LICENCIATURA EM QUÍMICA – CAMPUS URUTAÍ

COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO

Ata dos Trabalhos da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso (TC) da estudante **Gabrielly Rezende de Souza** para obtenção do título de Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí (IF Goiano/Urutaí). Integraram a Banca o **Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes (Orientador)**, a **Profa. Dra. Pâmela Oliveira Martins Gomes**, e o **Prof. Dr. Herbert Junior Dias**. Aos 29 (vinte e nove) dias do mês de novembro de 2022 às 13 horas e 30 minutos realizou-se a apresentação pública do TC pela estudante em ambiente virtual e transmissão pelo canal do Projeto Chama Química no YouTube. O orientador abriu a sessão agradecendo a participação dos(as) membros(as) da Banca Examinadora. Em seguida convidou a estudante para que fizesse a exposição do trabalho intitulado: **“AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DA SERRAGEM DO CERNE DE IPÊ (*Tabebuia heptaphylla*) NO RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DO LAPACHOL”**. Finalizada a apresentação, cada membro da Banca Examinadora realizou a arguição sobre o trabalho da estudante. Dando continuidade aos trabalhos, o orientador solicitou a todos(as) que aguardassem enquanto a Banca Examinadora pudesse deliberar sobre o TC da candidata em outro ambiente virtual. Terminada a deliberação, o orientador leu a ata dos trabalhos declarando **aprovado** o TC da estudante. Em seguida, deu por encerrada a solenidade, da qual eu, Miquéias Ferreira Gomes, presidente da banca, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes (IF Goiano/Urutaí)

Presidente da Banca

(assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Pâmela Oliveira Martins Gomes

Examinadora (IF Goiano/Urutaí)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Herbert Junior Dias

Examinador (IF Goiano/Urutaí)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Pamela Oliveira Martins Gomes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 30/11/2022 07:28:06.
- **Herbert Junior Dias, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 29/11/2022 17:32:34.
- **Miqueias Ferreira Gomes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 29/11/2022 17:08:36.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/11/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 448080

Código de Autenticação: f35f53ad8a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTÁI / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 1239/2022 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DA SERRAGEM DO CERNE
DE IPÊ (*Tabebuia heptaphylla*) NO RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DO LAPACHOL**

Gabrielly Rezende de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciada em Química.

Defendido e aprovado em 29/11/2022.

Banca Examinadora

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Miquéias Ferreira Gomes (IF Goiano/Urutaí)

Presidente da Banca

(assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Pâmela Oliveira Martins Gomes

Examinadora (IF Goiano/Urutaí)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Herbert Junior Dias

Examinador (IF Goiano/Urutaí)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Pamela Oliveira Martins Gomes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 30/11/2022 07:27:36.
- **Herbert Junior Dias, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 29/11/2022 17:33:14.
- **Miqueias Ferreira Gomes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 29/11/2022 17:21:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/11/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 448090

Código de Autenticação: 3a61761801



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível. Agradeço pelas pessoas maravilhosa que Ele colocou em minha vida, pela força principalmente nos momentos em que o choro, o desespero e o medo de não conseguir me tomavam conta. Agradeço a Ele pela saúde e fé.

Agradeço aos meus pais João e Rosiclei que acreditaram no meu sonho, me incentivaram, me apoiaram e foram a base de tudo. Agradeço meu irmão João Gabriel, por ser uma das minhas alegrias.

Agradeço ao meu namorado Ziom Drak, faltam palavras para descrever o quanto ele fez parte disso tudo, me apoiou, me incentivou, me ajudou de todas as formas que podia.

Agradeço a minha amiga Larissa que foi minha companheira desde o início desta jornada no IF e foi parte essencial no meu Trabalho de Curso, onde iniciamos como iniciação científica e dividimos o projeto, você foi muito importante desde o trabalho até a companhia no laboratório e amizade.

Agradeço aos meus colegas de turma pelos momentos de risadas, de apoio, de união, e apesar de algumas desavenças quando precisava, a gente sempre lutava junto. Em especial agradeço a minha amiga Mariana que foi quem mais esteve próxima a mim desde o primeiro dia no curso.

Agradeço aos professores pelos ensinamentos, conselhos, até os “esporros” que também foram importantes. Em especial agradeço ao meu orientador professor Miquéias pela oportunidade de realizar este trabalho.

Agradeço ao IF Goiano - Campus Urutaí pela oportunidade de estudo, pesquisa e extensão, contribuindo para minha formação profissional e pessoal.

RESUMO

O Lapachol e seus derivados são estudados pelo grupo LOE (Laboratório de Orgânica e Eletroanalítica) devido as suas atividades biológicas de interesse como, por exemplo, atividade fungicida. Durante os estudos constatou-se uma diminuição no rendimento das extrações de lapachol a partir da serragem do cerne do Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) armazenadas durante o período de um ano em condições ambiente, prejudicando o andamento dos projetos do grupo. Dessa forma, no presente trabalho investigou-se a influência do tempo e das condições de armazenamento dessa serragem na extração do lapachol em meio alcalino. O estudo foi realizado com amostras de 100 gramas cada uma, em quatro diferentes condições de armazenamento: refrigerada embaladas a vácuo e sem vácuo; e temperatura ambiente embaladas a vácuo e sem vácuo. Foram realizadas extrações em triplicatas durante um período de oito meses. Ao longo dos meses foi observado que todas as amostras, de todas as condições de armazenamento, tiveram redução em seus rendimentos na extração do lapachol. As amostras que obtiveram menor taxa de degradação foram as amostras embalada a vácuo sob refrigeração, esta obteve taxa de degradação de -0,04919, apresentando uma boa linearidade no resultado de $R=0,93132$ e com rendimento inicial de 0,29% e final de 0,11%.

Palavras-chave: armazenamento; extração; ipê-roxo; lapachol; serragem

ABSTRACT

Lapachol and its derivatives are studied by the LOE group (Organic and Electroanalytical Laboratory) due to their biological activities of interest, such as, for example, fungicidal activity. During the studies, a decrease in the yield of lapachol extractions from sawdust from the heartwood of the Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) stored during a period of one year under ambient conditions was verified, jeopardizing the progress of the group's projects. Thus, in the present work, the influence of time and storage conditions of this sawdust on the extraction of lapachol in an alkaline medium was investigated. The study was carried out with samples of 100 grams each, in four different storage conditions: refrigerated, vacuum packed and without vacuum; and room temperature vacuum and non-vacuum packed. Triplicate extractions were performed over a period of eight months. Over the months it was observed that all samples, of all storage conditions, had a reduction in their yields in the extraction of lapachol. The samples that had the lowest degradation rate were the vacuum-packed samples under refrigeration, this obtained a degradation rate of -0.04919, showing good linearity in the result of $R=0.93132$ and an initial yield of 0.29% and final 0.11%.

Keywords: storage; straction; ipê-roxo; lapachol; sawdust.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química do lapachol. Em (A), neutra, em (B), ácida, em (C), básica.	11
Figura 2: Ipê-roxo, componentes da planta.....	12
Figura 3: Classificação química de algumas quinonas de distribuição natural.....	14
Figura 4: Formas tautoméricas (ceto-enol) resultantes do equilíbrio apresentado pelas naftoquinonas.....	14
Figura 5: Esquema de extração do lapachol.	17
Figura 6: Processos até a obtenção da serragem. Em (A) árvore de ipê utilizada, em (B) tronco da árvore do ipê utilizado, em (C) parte do cerne do ipê, e em (D) serragem obtida.....	18
Figura 7: Espectro UV-vis do Lapachol em metanol.	22
Figura 8: Espectro de FTIR do lapachol obtido em pastilha de KBr.	23

Lista de gráficos

Gráfico 1: Porcentagem no rendimento da extração do lapachol em diferentes condições de armazenamento durante 8 meses de estudo.	24
Gráfico 2: Regressão linear. Em (A) amostras refrigeradas a vácuo, em (B) amostras temperatura ambiente com vácuo, em (C) amostras refrigeradas sem vácuo, em (D) amostras temperatura ambiente sem vácuo.	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resultados discrepantes removidos em cada tipo de amostra.....	25
Quadro 2: Resultados da regressão linear em cada tipo de amostra.....	27
Quadro 3: Resultados obtidos nas triplicatas.	32

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Revisão Bibliográfica	11
2.1 Ipê Roxo.....	11
2.2 Naftoquinonas	13
2.3 Lapachol.....	14
3. Metodologia	16
3.1 Obtenção da serragem do cerne do Ipê.....	16
3.2 Preparo e armazenamento das amostras da serragem do cerne do Ipê	16
3.3 Extração do lapachol.....	17
3.4. Caracterização espectroscópica UV-Vis	17
3.5. Caracterização espectroscópica FTIR	18
3.6 Tratamento estatístico dos dados	18
4. Resultados e Discussão	18
4.1 Obtenção da serragem do cerne do ipê	18
4.2 Preparo e armazenamento das amostras da serragem do cerne do Ipê	19
4.3 Extração do lapachol.....	20
4.4. Caracterização espectroscopica UV	22
4.5. Caracterização espectroscópica FTIR	22
4.6 Rendimento da extração do lapachol em diferentes condições de armazenamento	23
5. Considerações Finais	28
6. Referências	29
7. Anexos	32
Anexo 1: Resultados das triplicatas obtidos durante os oito meses de estudo.	32

1. Introdução

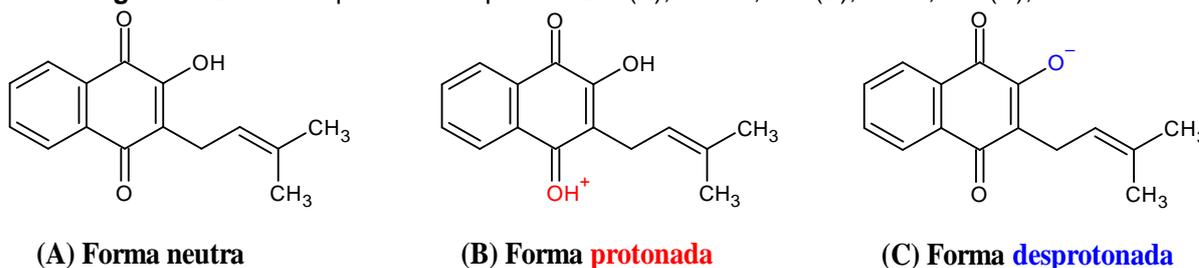
Os produtos naturais são desfrutados pelo homem há muitos anos, onde os conhecimentos sobre os mesmos eram transmitidos de geração em geração. Com isso, a história do desenvolvimento das civilizações é rica em exemplos da utilização de recursos naturais na medicina, no controle de pragas e em mecanismos de defesa, que atualmente tem seu potencial bem explorado pela ciência (VIEGAS, BOLZANI e BARREIRO, 2006 e MOLONEY, 2016).

O lapachol é um produto natural obtido através de diversas plantas, principalmente do cerne do lenho do ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) e de toda sua família (Bignoniaceas). Este composto é derivado de naftoquinonas, que compreende uma família de substâncias orgânicas considerados metabólitos secundários de algas, fungos e plantas, cujas principais características são as múltiplas atividades biológicas que apresentam despertando, assim, o interesse de vários grupos de pesquisa pelas naftoquinonas e seus derivados (MOREIRA e SANTOS, 2017).

As propriedades biológicas podem apresentar-se em algas como antibacteriana, antiparasitária, antiviral, antifúngica (MACHADO, *et al.* 2010). Em alguns fungos como antibióticos, inibidores tumorais e imunossupressores (LOPES, 2011). Já nas plantas, a incapacidade de se locomoveram, gerou o desenvolvimento de novos mecanismos que possibilitam um desenvolvimento flexível (BORGES, AMORIM, 2020). Suas propriedades biológicas estão presentes em todas as plantas, estas se adaptaram para se defender de seus inimigos naturais e atrair organismos benéficos como polinizadores, as mesmas se encontram, por exemplo, em medicamentos antimicrobianos, antidepressivos, sedativos, relaxantes musculares, anestésicos (VIZZOTTO, KROLOW, WEBER, 2010).

O lapachol possui pKa 6,0 e sua forma ácida se mostra como um sólido amarelo e insolúvel em água, enquanto sua forma básica possui coloração vermelha com considerável solubilidade em água (Figura 1). Assim sua extração pode ser realizada em solução de Na₂CO₃ ou NaHCO₃ e posteriormente precipitado acidificando a solução extratora (BARBOSA e NETO, 2013).

Figura 1: Estrutura química do lapachol. Em (A), neutra, em (B), ácida, em (C), básica.



Fonte: Adaptado de Ferreira, 1996.

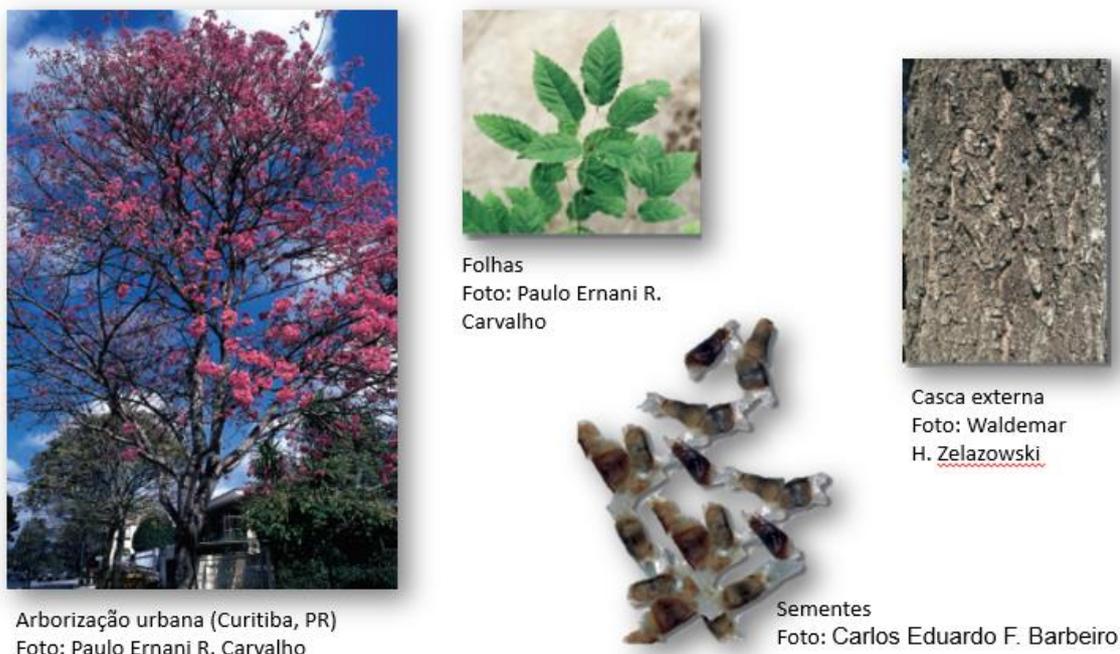
O lapachol e seus derivados são utilizados nas pesquisas do grupo LOE (Laboratório de Orgânica e Eletroanalítica) no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Ao realizar uma extração de lapachol da serragem de cerne de ipê-roxo, armazenada há cerca de um ano em condições ambiente, não foi obtido rendimento significativo. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tempo e das condições de armazenamento da serragem do cerne de Ipê no rendimento da extração do lapachol em meio alcalino, e, assim, encontrar melhores condições de armazenamento da mesma.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Ipê Roxo

O ipê-roxo de nome científico *Tabebuia heptaphylla* (Figura 2), é popularmente chamado de ipê-roxo, ipê de flor roxa, ipê-preto, ipê-uva, ipê-rosa, pau d'arco roxo, peúva, piúva (CARVALHO, 2003). Este pertence à família das Bignoneaceas, compreendida entre 120 gêneros e 750 espécies, sendo encontrado predominantemente em regiões tropicais, com isso uma das regiões que se destacam é a Centro-Oeste, na qual se encontra o Ipê em abundância (SILVA, *et al.* 2012).

Figura 2: Ipê-roxo, componentes da planta.



Fonte: Adaptada de Carvalho 2003.

A árvore, geralmente possui altura de 8 a 20 metros, podendo atingir até 35 metros de altura, com tronco de 30 a 60 centímetros de diâmetro, podendo atingir até 150 centímetros (CARVALHO, 2003). Seu tronco é recomendado para obras pelo fato da durabilidade da madeira, para o paisagismo urbano devido a sua beleza na época de floração, e para a medicina caseira devido suas propriedades anticancerígenas, anti-reumáticas e antianêmicas (BOCCHESI, *et al.* 2008).

A utilização das plantas medicinais vem de longa data e o ipê se destaca, pois, antes mesmo de suas propriedades serem descritas pela ciência ele já era utilizado pelos indígenas. Coan e Matias (2014) mostraram que em muitos casos os indígenas preferiam utilizar plantas medicinais ao invés da medicina moderna, que as receitas são passadas de geração em geração, e que eles utilizam a casca do tronco ipê-roxo em forma de chá ou chimarrão como meio de prevenir o câncer. Em outro estudo, foi descrito que o ipê também era utilizado por benzedeiros em xaropes para o pulmão, tosse e ferida no útero (MACIEL e NETO, 2006).

A família dos ipês é caracterizada do ponto de vista químico pela presença de terpenóides, quinonas, alcaloides, flavonoides e derivados de cadeia longa da via do acetato, onde se destacam as duas primeiras com maior ocorrência na família. Devido as várias atividades biológicas já comprovadas em naftoquinonas vindas de espécie

de Bignoniaceae, a classe se tornou uma das mais investigadas na farmacologia (SILVA, *et al.* 2012).

2.2 Naftoquinonas

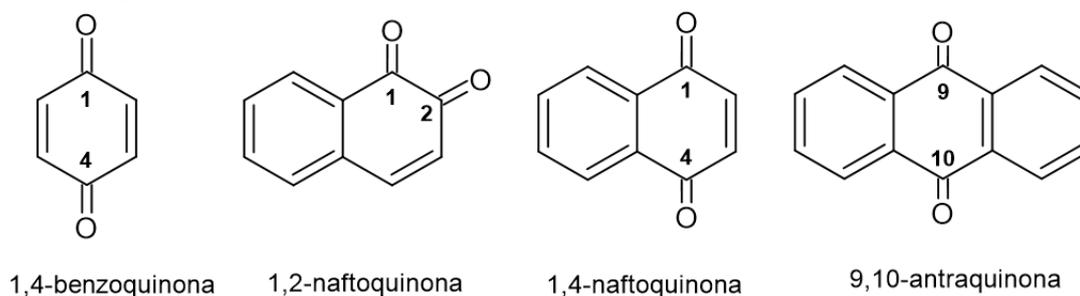
Os seres vivos naturalmente apresentam atividade metabólica, ou seja, um conjunto de reações que acontecem no interior da célula. No caso das plantas, elas possuem metabólitos primários para o desenvolvimento de funções básicas, tais como, a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. E ainda possuem os metabólitos secundário, também chamados de metabólitos especiais, que tem importante papel de proteger a planta contra predadores e atrair organismos benéficos como polinizadores (PERES, 2004).

As naftoquinonas são metabolitos secundários, isolados especialmente das plantas, portanto aparentemente as propriedades apresentadas pelas plantas para se defender na natureza, é também atribuída no momento em que é isolada para utilização em medicamentos. Um exemplo de Vizzotto, Krolow, Weber, (2010) são os metabólitos secundários presente na defesa das plantas contra patógenos microbianos, podendo ser úteis em humanos como medicamentos antimicrobianos.

No Brasil, durante a década de 60, Oswaldo Gonçalves de Lima foi um dos pioneiros nos estudos farmacológicos desses compostos, na Universidade Federal de Pernambuco (UFPe), assim como, o Prof. Benjamim Gilbert da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na década de 70, possibilitando assim, o início de novos estudos (SILVA, FERREIRA e SOUZA, 2003).

As naftoquinonas pertencem a classe das quinonas, estas por sua vez são compostos do tipo α,β -dienonas cíclicas conjugadas, podem ser classificadas em benzoquinonas, antraquinonas e naftoquinonas (Figura 3). A estrutura das naftoquinonas estão relacionadas com o naftaleno sendo caracterizados por seus dois grupos carbonila na posição 1 e 4, chamadas de p-naftoquinonas, e quanto na posição 1,2, chamadas de o-naftoquinonas, (Figura 3) (NASCIMENTO, 2018).

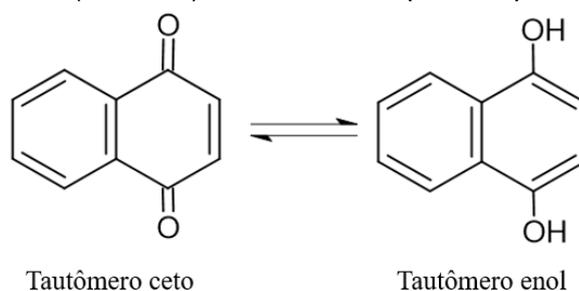
Figura 3: Classificação química de algumas quinonas de distribuição natural.



Fonte: Adaptado de Nascimento, 2018.

Uma característica natural da maioria das quinonas e naftoquinonas é a presença de suas diferentes formas tautoméricas (Figura 4). O deslocamento do equilíbrio químico entre os tautômeros depende do ambiente químico em que estão expostas (SEVERIANO, 2016).

Figura 4: Formas tautoméricas (ceto-enol) resultantes do equilíbrio apresentado pelas naftoquinonas.



Fonte: Adaptado de SEVERIANO, 2016.

Dentre as naftoquinonas, as mais simples e utilizadas na química orgânica e medicinal são a 1,2-, e 1,4-naftoquinonas. Isso se deve a facilidade dos compostos em sofrer processos de oxidação e redução do núcleo quinóide, o qual é base para transporte de elétrons e fosforilação oxidativa¹. Dentre as quinonas naturais que possuem atividade biológica destaca-se o lapachol, sendo uma das naftoquinonas naturais mais conhecidas e estudadas (SEVERIANO, 2016).

2.3 Lapachol

O Lapachol, cuja nomenclatura oficial é 2- hidroxi-3-(e-metil-2-butenil)-1,4-naftoquinona, foi descrito pela primeira vez por Paternò, em 1882, tendo sua estrutura

¹ A fosforilação oxidativa é uma das etapas metabólicas da respiração celular.

química estabelecida desde 1896, por Hooker, que o identificou como uma naftoquinona (ARAÚJO, ALENCAR e NETO, 2002).

A atividade biológica dessa substância continua motivando pesquisas científicas em busca de novas aplicações. Miranda e colaboradores (2021) demonstraram a eficácia antitumoral aprimorada da nanoemulsão carregada de lapachol em modelo de tumor de câncer de mama. Lopes, *et al.* (2021) usou micelas copoliméricas de copoli(oxialquenos) tribloco carregadas com lapachol apresentando potencial para aplicação no tratamento anticancerígeno. Naasani (2021) citou o lapachol com poder antiviral já descrito na literatura como potencial para ser usado na doença viral COVID-19 que surgiu em 2020 gerando uma pandemia e enorme busca por novas vacinas.

Além de diversos trabalhos mostrando a eficácia do lapachol e seus derivados na área medicinal e farmacológica, tem-se estudado sua atividade ao combate de fitopatógenos e pragas. Souza, *et al.* (2008), encontraram resultado satisfatório no uso do lapachol como inibidor do crescimento de fungos, assim como Araújo (2019) encontrou resultados promissores ao uso do lapachol como inibidor do crescimento de fungos patogênicos da soja, pois ele apresentou eficácia na inibição dos fungos maléficos e não obteve taxas altas de inibição do fungo benéfico para as plantações.

Silva (2018), demonstrou que a β -lapachona, derivada do lapachol pode ser empregada no desenvolvimento de medicamentos veterinários antimicrobianos mais potentes. Januário e Silvério-Lopes (2014) demonstraram que o lapachol e seus derivados apresentam propriedade antimalárica, inibindo parcialmente o crescimento do parasita. Fonseca, Braga e Santan (2013) comprovaram a atividade bactericida e fungicida do lapachol e seus derivados mesmo quando se encontram impuros. Enfim, são muitas possibilidades em estudo e tantas outras que ainda podem ser estudadas da aplicação desse composto extraído do cerne do Ipê.

Portanto, a atividade biológica do lapachol e de seus derivados apresentam potencial de aplicação em diversas áreas, e ainda há muito a ser estudado sobre essas substâncias de origem natural. Ao se trabalhar com produtos de origem natural é de suma importância conhecer as melhores condições de obtenção dos mesmos bem como as condições de armazenamento das amostras. Quando se trata de amostras de origem vegetal, como a serragem do cerne do Ipê, o tempo e as

condições de armazenamento são determinantes na obtenção dos produtos a serem extraídos.

As condições de armazenamento da serragem aqui estudadas serão de grande aproveitamento, pois, pode ser um fator determinante em uma síntese orgânica ideal. Devendo não apenas possuir um bom rendimento e pureza do produto, sendo necessário levar em conta outros fatores, tais como a questão ambiental e de reaproveitamento de rejeitos que influencia na eficiência do processo (Sanseverino,1999).

3. Metodologia

3.1 Obtenção da serragem do cerne do Ipê

Inicialmente foi realizada uma identificação das árvores da espécie nas dependências do Campus Urutaí, em especial dos Ipês roxos por apresentar maior rendimento na extração do lapachol (THOMSON, BURNETT, 1967 e DE OLIVEIRA *et al.*, 1990). Após identificação foi realizado o corte dos galhos da árvore pela Prefeitura do Campus, e a serragem em formas de pequenas lascas e pó de madeira, foi obtida em uma carpintaria da cidade de Pires do Rio-GO.

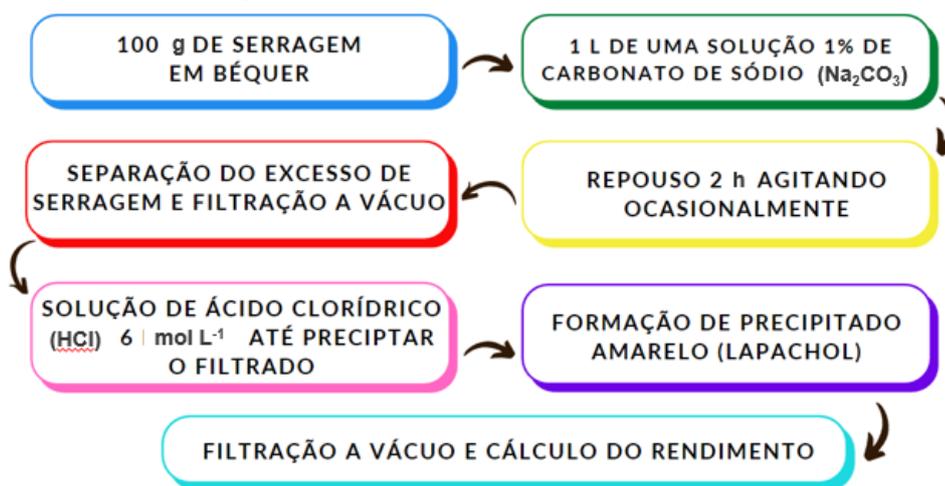
3.2 Preparo e armazenamento das amostras da serragem do cerne do Ipê

As amostras foram preparadas no dia seguinte a obtenção da serragem. Para tal, separou-se amostras de 100 g que foram divididas em dois grupos, sendo um grupo em embalagem plástica comum e outro embalado a vácuo em embalagem apropriada. Cada grupo foi dividido em duas formas de armazenamento, metade armazenado em temperatura ambiente e a outra metade sob refrigeração em geladeira com temperatura entre -5 a 10 °C. No total, foram preparadas 24 amostras para cada um dos quatro grupos de armazenamento. A extração foi realizada em triplicata uma vez por mês durante 8 meses. A primeira extração foi realizada no dia 24 de novembro de 2021 sendo esta considerada a amostra com zero dias de armazenamento e a última amostra com oito meses de armazenamento foi extraída no dia 19 de julho de 2022.

3.3 Extração do lapachol

A extração do lapachol foi realizada com base na metodologia proposta por Ferreira, (1996). Foram adicionados aproximadamente 100 g de serragem em béquer, em seguida, adicionados 1 L de uma solução 1% de carbonato de sódio Na_2CO_3 . Essa mistura foi agitada de forma manual ocasionalmente por cerca de 2 horas. Após esse período, a solução foi filtrada e ao filtrado foi sendo adicionado lentamente uma solução de HCl 6 mol L^{-1} até que a solução de cor avermelhada se tornou amarelada com formação de precipitado. O lapachol foi recolhido por filtração e seco a temperatura ambiente e por fim, calculou-se o rendimento em massa da extração.

Figura 5: Esquema de extração do lapachol.



Fonte: Adaptado de Ferreira, (1996).

Após a extração, realizou-se análises no espectro de Ultravioleta e Visível e na região do infravermelho, a fim de comprovar que o composto de interesse, o lapachol era realmente obtido na extração.

3.4. Espectroscopia no Ultravioleta e Visível

A análise de Espectroscopia no Ultravioleta e Visível (UV-vis) do lapachol, foi realizada em um equipamento da marca Shimadzu, utilizando-se cubeta de quartzo de caminho óptico de 1 cm na concentração de $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ em solvente metanol com pureza de 99,9%.

3.5. Espectroscopia na região do infravermelho

A análise de espectroscopia na região do infravermelho do lapachol, foi adquirida através de um equipamento Shimadzu (modelo IRAffinity-1). A análise foi realizada com 10 mg de brometo de potássio (KBr) seco em estufa, juntamente com 1 mg de amostra seca em dessecador.

3.6 Tratamento estatístico dos dados

No tratamento estatístico dos dados, os resultados foram submetidos ao cálculo da média das triplicatas e obtenção da regressão linear, onde valores discrepantes de análise foram considerados pontos *outliers*.

4. Resultados e Discussão

4.1 Obtenção da serragem do cerne do ipê

O Ipê escolhido para a poda foi uma árvore antiga de porte alto e que oferecia risco de acidente devido aos prédios próximos (Figura 5-A). A serragem foi obtida no mesmo dia utilizando-se os troncos com maior quantidade de cerne Figuras 5-B, 5-C e 5-D.

Figura 6: Processos até a obtenção da serragem. Em (A) árvore de ipê utilizada, em (B) tronco da árvore do ipê utilizado, em (C) parte do cerne do ipê, e em (D) serragem obtida.



Fonte: A autora.

Ao cortar o tronco, foi observado uma baixa quantidade de cerne, como evidenciado na (Figura 5-C), dificultando o processo de obtenção, que provavelmente influenciou nos resultados dos rendimentos na extração do lapachol.

4.2 Preparo e armazenamento das amostras da serragem do cerne do Ipê

As amostras, Figura 6 A e B foram preparadas cada uma com 100 g de serragem, esta quantidade foi escolhida para a obtenção de uma quantidade significativa de lapachol.

Figura 7: Obtenção das amostras de serragem do cerne do Ipê-Roxo, onde (A) apresenta as amostras embaladas em sacola plástica comum, e em (B) as amostras embaladas a vácuo em sacola plástica apropriada.

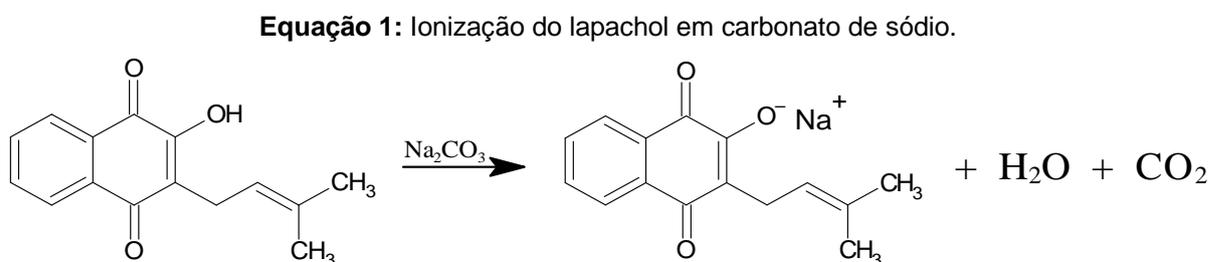


Fonte: A autora.

Ao todo foram analisadas 96 amostras, utilizando-se 9600 g de serragem das quais foram realizadas triplicatas das 4 condições de armazenamento da serragem sendo elas; refrigeradas embaladas a vácuo e sem vácuo, em temperatura ambiente embaladas a vácuo e sem vácuo. As extrações foram realizadas uma vez ao mês ao mês ao longo de 8 meses.

4.3 Extração do lapachol

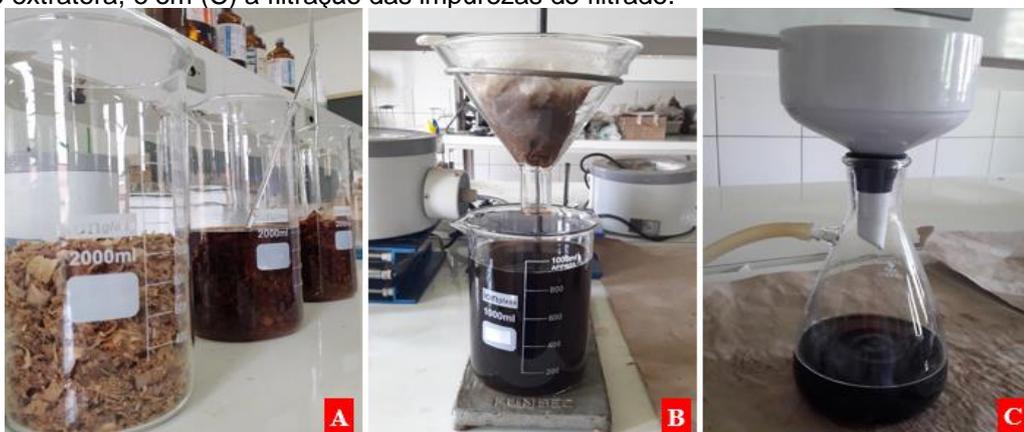
Ao extrair o lapachol da serragem, utilizou-se a solução de carbonato de sódio 1%, onde estes ficaram em agitação manual por duas horas. O carbonato de sódio é um sal básico, obtido através da reação entre base forte e ácido fraco, que ao reagir com o lapachol desprotona sua hidroxila formando a espécie iônica (Equação 1) de cor avermelhada e solúvel em água.



Fonte: Adaptado de Ferreira 1996.

Após as duas horas, a serragem é separada da solução avermelhada, com auxílio de uma peneira e em seguida filtramos a vácuo para retirar o restante dos resíduos e impurezas da serragem (Figura 7).

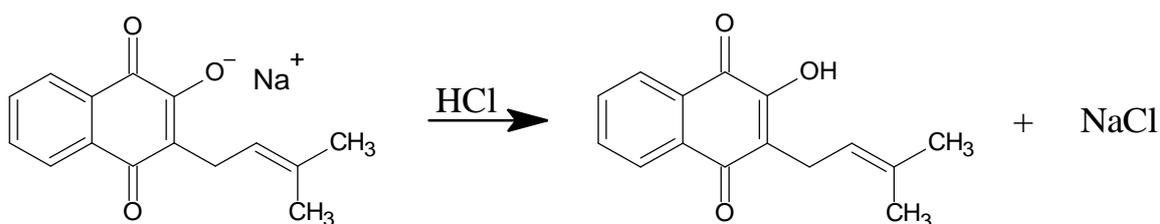
Figura 8: Extração do lapachol da serragem com solução de carbonato de sódio 1%. Em (A) as amostras de serragem antes e após ser imersa na solução extratora, em (B) a filtração da serragem da solução extratora, e em (C) a filtração das impurezas do filtrado.



Fonte: A autora.

A precipitação do lapachol foi realizada adicionando-se gota a gota a solução de HCl 6 mol L⁻¹ até a mudança da cor avermelhada para amarelada (Figura 8). Neste processo ocorre a protonação da hidroxila do lapachol que é insolúvel em meio aquoso (Equação 2).

Equação 2: Precipitação do lapachol com adição de HCl.



Fonte: Adaptado de Ferreira 1996.

Para recolher o lapachol, foi realizada a filtração a vácuo. Este foi um processo de grande dificuldade no início. Entretanto, com o tempo, percebeu-se que o precipitado se sedimentava no fundo do béquer e com isso podia ser separado grande parte por decantação, tornando o processo mais rápido e eficiente. O lapachol foi seco a temperatura ambiente e ocasionalmente em dessecador quando a temperatura ambiente era inferior a 24 °C.

Figura 9: Precipitação e obtenção do lapachol. Em (A) a precipitação da solução avermelhada com HCl 6 mol L⁻¹, em (B) a aparelhagem para filtração a vácuo, em (C) o lapachol no papel filtro sendo filtrado a vácuo com o papel cortado, e em (D) o lapachol no papel filtro sendo filtrado a vácuo sem cortar o papel.



Fonte: A autora.

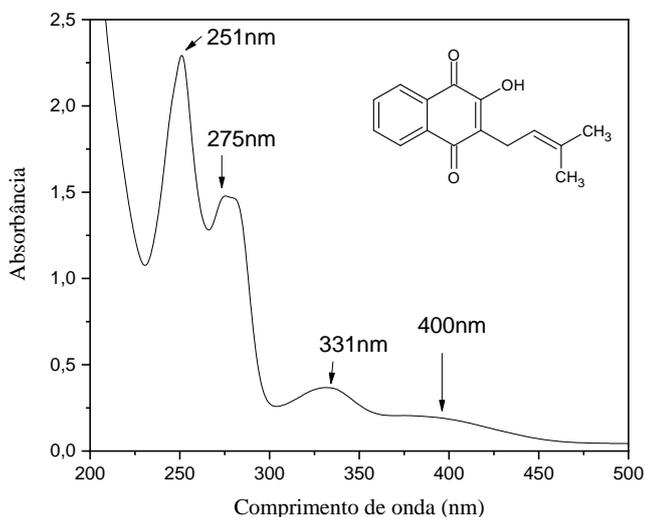
No processo de extração do lapachol, houveram dificuldades na parte de filtração, onde haviam percas de lapachol em todas as amostras. O processo foi corrigido separando o excesso de solução do lapachol precipitado (Figura 8-A) antes

de filtrá-lo e utilizando papel filtro com as bordas mais altas em torno do funil (Figura 8-D) ao invés de corta-lo do tamanho do fundo apenas, como na Figura 8-C.

4.4. Espectroscopia no Ultravioleta e Visível

O lapachol é um composto solúvel em pH básico e suas bandas no espectro UV (Figura 9) se deslocam conforme o solvente utilizado e o pH do meio. Foi utilizado metanol para solubilizar o composto, as bandas em torno de 250 a 300 nm são atribuídas as transições do tipo $\pi \rightarrow \pi^*$ (CAMPANHOLI *et al.*, 2018).

Figura 7: Espectro UV-vis do Lapachol em metanol.



Fonte: A autora.

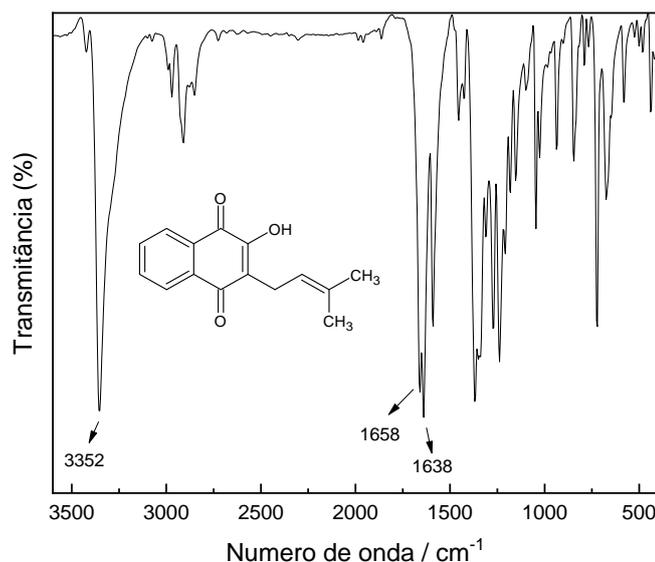
Em torno de 400 nm em meio básico o par de elétron desprotonado da função álcool interagem com as ligações C=O vizinhas e o anel quinóide intensificando o sinal referente a excitações do tipo $n \rightarrow \pi^*$, conforme (SEGOLONI e DI MARIA, 2018).

4.5. Espectroscopia na região do infravermelho

O espectro obtido (Figura 7) apresentou banda intensa em (3356 cm^{-1}) característica de deformação axial de grupamento O – H. Os sinais entre (3100 a 2700 cm^{-1}), são característicos de deformação axial dos grupamentos C-H (SILVA, 2021).

O anel aromático dissubstituído orto do lapachol resulta nas bandas harmônicas presentes em torno de (2000 a 1660 cm^{-1}). Ao lado, o sinal em (1658 a 1638 cm^{-1}) indica o efeito ceto- enólico da ligação C=O das cetonas conjugadas nas posições 1,4 do lapachol, que pode alternar com a hidroxila no carbono 2 (SILVA, 2021).

Figura 8: Espectro de FTIR do lapachol obtido em pastilha de KBr.



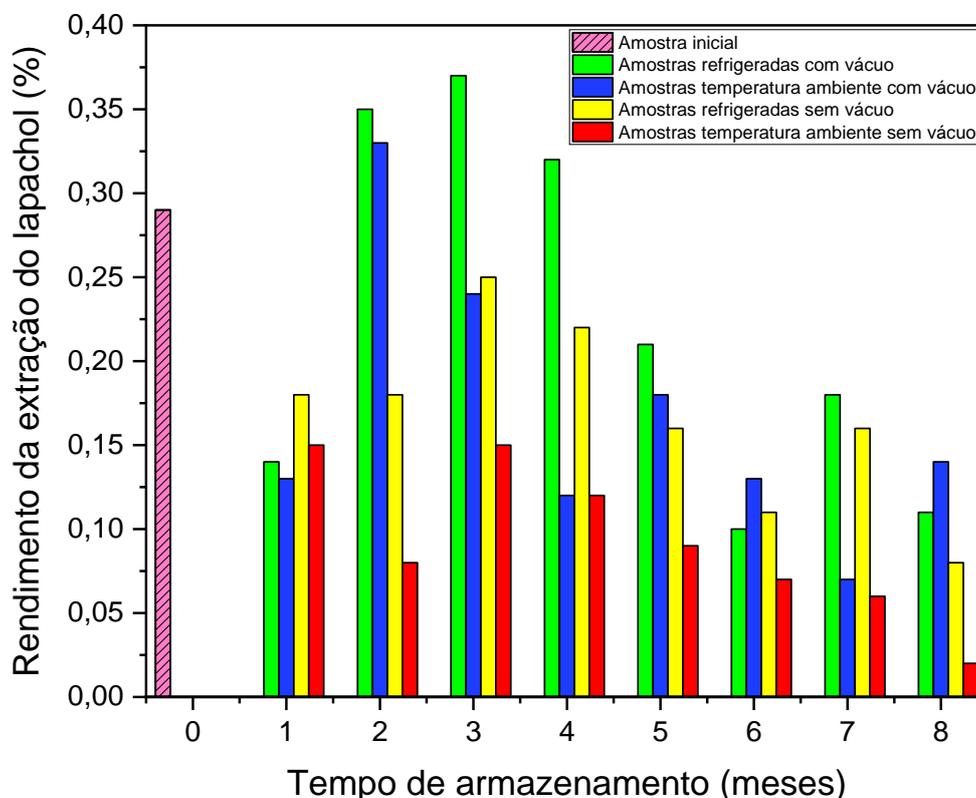
Fonte: A autora.

Os espectros foram compatíveis com a literatura, confirmando a presença de lapachol na amostra analisada.

4.6 Rendimento da extração do lapachol em diferentes condições de armazenamento

A partir das extrações realizadas, foi possível calcular a média dos rendimentos entre as triplicatas e observar os resultados, expressos no Gráfico 1. O gráfico apresenta o resultado do rendimento da extração do lapachol em função do tempo, desde o mês zero até o oitavo mês de armazenamento.

Gráfico 1: Porcentagem no rendimento da extração do lapachol em diferentes condições de armazenamento durante 8 meses de estudo.



Fonte: A autora.

Analisando o processo em si, no início foi encontrada grande dificuldade na filtração, ao observar o Gráfico 1, pode-se perceber, por exemplo, que o rendimento foi menor durante os primeiros dois meses e os resultados obtiveram maior estabilidade a partir do mês 3, onde já haviam sido corrigidas as dificuldades na realização da extração.

Desde o quarto mês de extração ficou evidente a redução do lapachol na serragem armazenada em todas as condições. Foi notável que a cor avermelhada da solução extratora foi reduzindo sua intensidade com o tempo de armazenamento e, também, que a precipitação do lapachol consumia maior quantidade de ácido. Essas observações foram compatíveis com os rendimentos obtidos.

Conforme o Gráfico 1, as amostras refrigeradas e embaladas a vácuo foram as que obtiveram melhores resultados no rendimento permanecendo 62,5% dos meses de armazenamento (2, 3, 4, 5 e 7) analisados a frente das demais. Em segundo lugar

se for considerada a melhor condição de armazenamento, não houve diferença significativa em dois tipos de amostras, cada uma permaneceu 50% do período de armazenamento com maior rendimento, onde nas amostras em temperatura ambiente embaladas a vácuo foram os meses 2, 5, 6, 8 e as amostras refrigeradas sem vácuo foram os meses 1, 3, 4, 7. Por fim, as amostras que não possuíam nenhuma destas condições ou seja a temperatura ambiente sem vácuo, obteve maior rendimento apenas no primeiro mês e foi diminuído consideravelmente com o tempo.

Ao observar o Gráfico 1, foi possível perceber um decaimento linear na maioria dos pontos das condições de armazenamento, com isso foi feita a remoção de alguns pontos discrepantes Quadro 1.

Quadro 1: Resultados discrepantes removidos em cada tipo de amostra.

Amostras	Meses Removidos
Amostras refrigeradas a vácuo	0, 1, 2, 6
Amostras em temperatura ambiente com vácuo	0, 1, 4, 8
Amostras refrigeradas sem vácuo	1, 2, 7
Amostras em temperatura ambiente sem vácuo	2

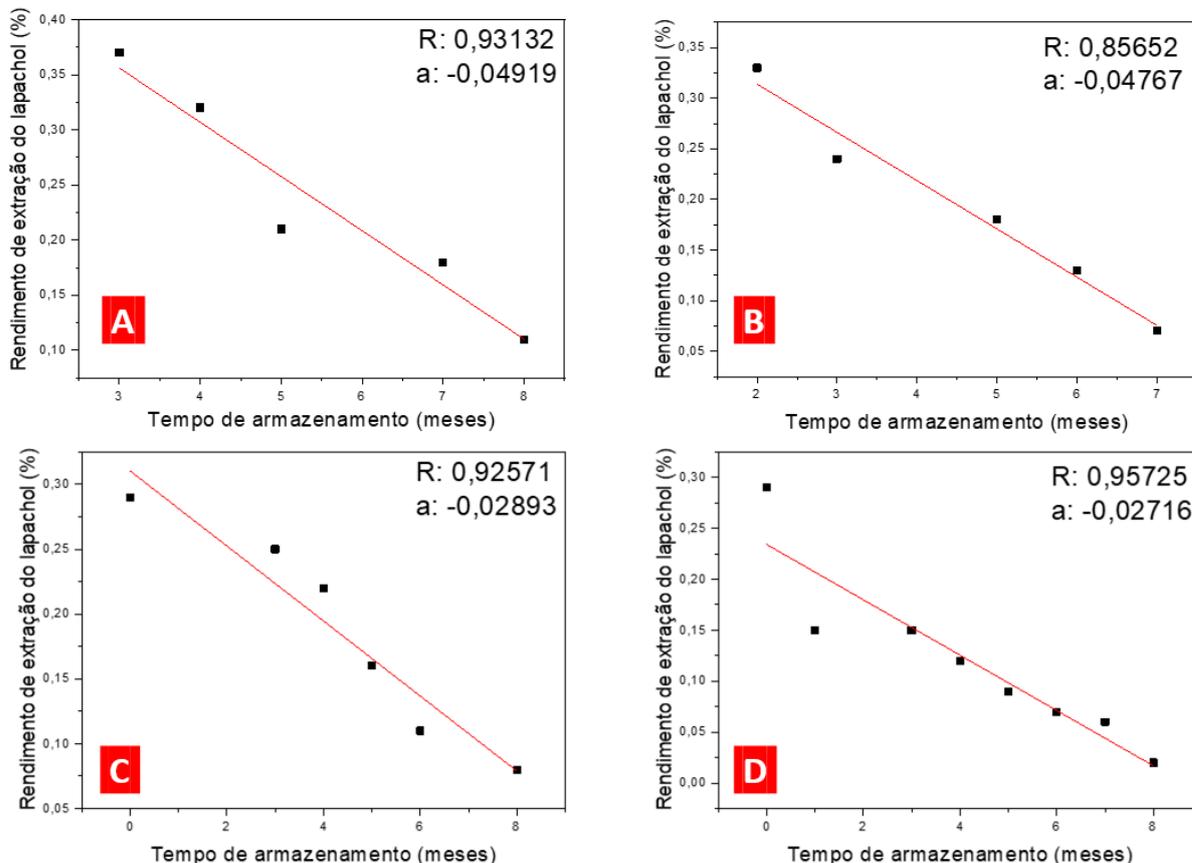
Fonte: A autora.

A melhora na linearidade dos resultados de extrações realizadas ao longo do projeto conforme os Gráfico 2 A, B, C, D permite compreender o comportamento do rendimento das extrações do lapachol, o que antes era prejudicado por alguns pontos discrepantes nas triplicatas realizadas nas extrações mensais. O Quadro 3 no Anexo 1 apresenta as triplicatas das extrações 0 a 8, referentes ao período de novembro de 2021 a julho de 2022.

Os valores discrepantes das médias nas amostras retiradas estão apresentados no Quadro 1. O ponto 1 e 2 referente aos dois primeiros meses do projeto sofreram desvios devido ao procedimento de extração, o qual foi corrigido ao longo do projeto. No geral, algumas das variações do mês 3 até o mês 8, ocorreram devido ao desconhecimento inicial sobre a heterogeneidade presente nas partes do tronco da árvore.

Nesse sentido, o Gráfico 2 A, B, C, D forneceram o valor do R e do coeficiente angular da reta, que foi considerado a taxa de degradação da amostra.

Gráfico 2: Regressão linear. Em (A) amostras refrigeradas a vácuo, em (B) amostras temperatura ambiente com vácuo, em (C) amostras refrigeradas sem vácuo, em (D) amostras temperatura ambiente sem vácuo.



Fonte: A autora.

O valor do R permitiu observar a linearidade dos resultados obtidos, que obteve melhora após desconsiderar os pontos discrepantes. A taxa de degradação das amostras obtida através do coeficiente angular, permite observar que as amostras com menor taxa de degradação foram as melhores condições de armazenamento, ou seja, a degradação ocorreu de forma mais lenta Quadro 2.

Com isso, a melhor condição de armazenamento foi das amostras refrigeradas a vácuo, seguida das amostras em temperatura ambiente a vácuo, refrigeradas sem vácuo e temperatura ambiente sem vácuo.

Quadro 2: Resultados da regressão linear em cada tipo de amostra.

Amostras	R	Taxa de degradação
Amostras refrigeradas a vácuo	0,93132	-0,04919
Amostras em temperatura ambiente com vácuo	0,85652	-0,04767
Amostras refrigeradas sem vácuo	0,92571	-0,02893
Amostras em temperatura ambiente sem vácuo	0,95725	-0,02716

Fonte: A autora.

Quando se trabalha com produtos naturais, especialmente a madeira precisa-se levar em conta sua heterogeneidade (TURGILHO; LIMA; MENDES, 1996) e o processo de homogeneização da serragem diminui a discrepância dos resultados. As composições químicas, físicas e anatômicas da madeira podem diferir entre espécies e também dentro de si mesma com a variação da altura do tronco e entre o cerne e a casca interna do tronco, isto ocorre principalmente devido a idade, fatores genéticos e ambientais (TURGILHO, LIMA, MENDES, 1996).

Portanto, nas condições básicas a amostra deve ser representativa do lote ou da população e também deve-se atentar aos caracteres morfológicos da planta, ou ainda, se necessário, caracteres macro e microscópicos da madeira. Sugere-se também que seja registrado dados da planta, como: localização geográfica, características silviculturais, condições ecológicas e edáficas, idade, data de corte, tipo de amostragem, tipo de preparo de amostra para análise, condições e tempo de armazenamento, dentre outros (PEDRAZZI *et al.*, 2019).

As porções selecionadas de serragem devem ser homogeneizadas, subdivididas em quatro partes e tomar um quarto, mistura-lo e repetir o processo novamente até que seja reduzido a quantidade de amostra suficiente para os estudos (PEDRAZZI *et al.*, 2019). Para este estudo de extração do lapachol, deve-se atentar ao ponto da árvore onde está sendo retirada a serragem e a homogeneização da mesma, pois interferem diretamente do resultado obtido.

O fato do rendimento estar abaixo do descrito em literatura de 1 a 7%, pode se dar pelo fato de como as extrações foram realizadas, por exemplo, em agitação ocasional a mão e um tempo curto da serragem na solução extratora. Entretanto, Araújo (2019), obteve 7,23% de rendimento deixando as amostras por 5 horas em solução extratora em mesa agitadora. Contudo, este fator não interferiu nas análises do presente trabalho, visto que o intuito foi buscar por uma melhor condição de

armazenamento da serragem para as pesquisas do grupo LOE e de outros que trabalham com a substância.

5. Considerações Finais

A obtenção do ipê-roxo, foi realizada pela Prefeitura do Campus, e a serragem obtida em uma carpintaria da cidade de Pires do Rio-GO. Logo após, foram preparadas as amostras e iniciadas as extrações em triplicatas do lapachol. As caracterizações UV-vis e FTIR, foram realizadas comprovando a presença do composto e sua pureza. Por fim, calculou-se a média de rendimento.

Pode ser observado o decaimento do rendimento na extração do lapachol com o decorrer do tempo, entretanto as amostras embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração apresentaram menor taxa de degradação. Observou-se que quando se deseja preservar o lapachol por mais tempo na serragem, as baixas temperaturas e o mínimo de contato com oxigênio do ar são fatores importantes nos resultados.

Com base nos estudos realizados a partir dos dados obtidos, foi constatado que o processo de obtenção e armazenamento de serragem deve seguir alguns critérios estabelecidos, tais como, saber a parte do tronco da árvore que está sendo utilizada e fazer a homogeneização de sua serragem permitindo que a análises dos rendimentos obtenha, resultados mais precisos.

O trabalho em questão traz informações que permitam ao pesquisador planejar o intervalo de tempo entre a obtenção da serragem até a extração dos compostos em questão. Podendo então armazenar a serragem do cerne do Ipê seguindo parâmetros de condições mais adequados. Tendo consequências que favoreçam não só a logística, como o meio ambiente, evitando o desperdício de material obtido e a perda por degradação do mesmo.

A realização deste trabalho foi de extrema importância para aprimorar os conhecimentos de química no laboratório, principalmente por ter ocorrido em momentos de pandemia em que não haviam aulas práticas. A experiência prática proporcionou maior experiência e noção do trabalho no laboratório e com isso, o desejo de continuar aprimorando os conhecimentos na área de química na pós-graduação.

6. Referências

ARAÚJO, E. L.; ALENCAR, L. R. B.; NETO, P. J. L. Lapachol: segurança e eficácia na terapêutica. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 12, p. 57-59, 2002.

ARAUJO, G. R. **Lapachol, β -lapachona e Hidroxi-hidrolapachol: Extração, Síntese, Caracterização e Aplicação como Inibidores do Crescimento de Fungos Patogênicos da Soja.** (Trabalho de Conclusão de Curso) IF Goiano Campus-Urutaí. Goiás, 2019.

BARBOSA, T. P.; NETO, H. D. Preparação de derivados do lapachol em meio ácido e em meio básico: uma proposta de experimentos para a disciplina de química orgânica experimental. **Química Nova**, v. 36, n. 2, p. 331-334, 2013.

BOCCHESE, R. A.; OLIVEIRA, A. K. M. de; MELOTTO, A. M.; FERNANDES, V.; LAURA, V. A. Efeito de diferentes tipos de solos na germinação de sementes de *Tabebuia heptaphylla*, em casa telada. **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 62-67, 2008.

CAMPANHOLI, K. da S. S. Development of Pluronic nanocarriers comprising Pheophorbide, Zn-Pheophorbide, lapachol and β -lapachone combined drugs: Photophysical and spectroscopic studies. V. 157, p. 238-250, 2018.

CARVALHO, P. E. R.; Ipê-roxo: *Tabebuia Heptaphylla*. 2003

COAN, C. M.; MATIAS, T. A utilização das plantas medicinais pela comunidade indígena de Ventarra Alta-RS. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 9, n. 1, p. 11-19, 2014.

DE OLIVEIRA, A. B.; RASLAN, D. S.; MIRAGLIA, M. do C. M.; MESQUITA A. A. L. Estrutura Química e Atividade Biológica de Naftoquinonas de Bignoniáceas Brasileiras. **Química Nova**. 1990.

FERREIRA, V. F. Aprendendo sobre os Conceitos de Ácidos e Bases. Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova**. Conceitos de Ácido e Base n. 4, p. 35-36, 1996.

FONSECA, S.; G.; C.; BRAGA, R.; M.; C.; SANTAN, D.; P. Lapachol – química, farmacologia e métodos de dosagem. **Revista Brasileira de Farmacologia**, n 84 pág. 9-16, 2013.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, p. 183-184, 2014.

HUSSAIN, H.; KROHN, K.; AHMAD, V. U.; MIANA, G. A.; GREEND, I. R. Lapachol: An overview. *Arkivoc*, v. 2007, n. 2, p. 145, 2012.

JANUÁRIO, S.; S.; SILVÉRIO-LOPES, S.; O poder terapêutico do ipê roxo e seu uso na terapia complementar ao tratamento de neoplasias. **Revista brasileira de terapia e saúde**. n 5, pág. 9-14, 2014

LOPES, K. P. S.; PINHEIRO, D. P.; NETO, J. F. C.; GONÇALVES, T. A.; PEREIRA, S. A.; PESSOA, C.; VIEIRA, I. G. P.; RIBEIRO, M.E. N. P.; YEATES, S. G.; RICARDO, N. M. P. S.; Micelas de tribloco de copoli (oxialquileno) carregadas com lapachol: Uso potencial para tratamento anticancerígeno. **Journal of Molecular Liquids**, v. 338, p. 116657, 2021.

MACHADO, F. L. da S.; KAISER, C. R.; COSTA, S. S.; GESTINARI, L. M.; SOARES, A. R. Biological activity of the secondary metabolite from marine algae of the genus *Laurencia*. 2010.

MACIEL, M. R. A.; NETO, G. G. Um olhar sobre as benzedeiras de Juruena (Mato Grosso, Brasil) e as plantas usadas para benzer e curar. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 1, p. 61-77, 2006.

MIRANDA, S. E. M.; LEMOS, J. de A.; FERNANDES, R. S.; SILVA, J. de O.; OTTONI, F. M.; TOWNSEND, D. M.; RUBELLO, D.; ALVES, R. J.; CASSALI, G. D.; FERREIRA, L. A. M.; BARROS, A. L. B. Eficácia antitumoral aprimorada da nanoemulsão carregada de lapachol em modelo de tumor de câncer de mama. **Biomedicina e Farmacoterapia**, v. 133, p. 110936, 2021.

MOLONEY, M. G. Produtos naturais como fonte de novos antibióticos. **Trends in Pharmacological Sciences**. v. 37, ed. 8 , agosto de 2016, P. 689-701

MORREIRA, M. H.; SANTOS, A. L. Lapachol: métodos de extração. Uma avaliação dos processos e do rendimento através da revisão bibliográfica. *Tópicos em Biotecnologia e Biodiversidade: pesquisas e inovação na Amazônia Sul Ocidental*. Pag. 77-85, 2017.

NASCIMENTO, J. do.; **Síntese e avaliação do efeito cicatrizante de derivados de 2-N-Amino-1, 4-Naftoquinonas sobre as lesões ulcerosas cutâneas em modelo animal na condição diabética**. 2018.

NAASANI, I. COMPARE analysis, uma abordagem de bioinformática para acelerar o redirecionamento de medicamentos contra o Covid-19 e outras epidemias emergentes. **SLAS DISCOVERY: Avançando na Ciência da Descoberta de Drogas**, v. 26, n. 3, pág. 345-351, 2021.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/Universidade de São Paulo, p. 1-10, 2004.

SANSEVERINO, A. M. Síntese orgânica limpa. **Química Nova**, v.23, n. 1, p. 102-107, 1999.

SEGOLONI, E.; DI MARIA, F. UV–VIS spectral and GC–MS characterization of *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) Grose (a.k.a. *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nichols/Lapacho) heartwood main extractives: a comparison of protocols aimed at practical evaluation of Lapachol and Dehydro- α -Lapachone content. 2018.

SEVERIANO, M. E.; **Biotransformação de naftoquinonas por fungos filamentosos e bactérias do trato gastrointestinal e avaliação da atividade citotóxica dos derivados obtidos.** (Tese de Doutorado) Universidade de São Paulo, 2016.

SILVA, A. M. P.; PAIVA, S. R.; FIGUEIREDO, M. R.; KAPLAN, M. A. C. Atividade Biológica de Naftoquinonas de Espécies de Bignoniaceae – Farmacologia. **Revista Fitos**. v. 7, n. 4, p.207-215, 2012.

SILVA, M. N.; FERREIRA, V. F.; SOUZA, M. C. B. V. Um panorama Atual da Química e da Farmacologia de Naftoquinonas, com Ênfase na β -Lapachona e Derivados. **Química Nova** v. 26, n. 3. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2003, p.407-416.

SILVA, V. B. da. **Atividade biológica dos compostos lapachol e β -lapachona frente à *staphylococcus aureus* isolados de mastite caprina.** Universidade Federal Do Vale Do São Francisco, 2018.

SILVA, Z. D. S. **Estudo de Espectroscopia na Região do Infravermelho do Lapachol, da B-Lapachona e do Hidroxi-Hidrolapachol.** (Trabalho de Conclusão de Curso). IF GOIANO Campus-Uruaí. Goiás, 2021.

SOUZA, M. A. A.; SILVA, A. R.; FERREIRA, M. A.; LEMOS, L. J.; RAMOS, R. G.; FERREIRA, A. A. B.; SOUZA, S. R. Atividade biológica do lapachol e de alguns derivados sobre o desenvolvimento fúngico e em germinação de sementes. Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. **Química Nova**, Vol. 31, No. 7, 1670-1671, 2008.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 4-111, 1996.

VIEGAS JR, C., BOLZANI, V. D. S., & BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química nova**, v. 29, p. 326-337, 2006.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância. **Embrapa Clima Temperado**. Pelotas-RS, 2010.

7. Anexo: Resultados das triplicatas obtidos durante os oito meses de estudo.

Quadro 3: Resultados obtidos nas triplicatas, onde Ref = refrigeração, Amb = temperatura ambiente.

Mês	amostra	Ref + vácuo	Amb + vácuo	Ref – vácuo	Amb – vácuo
0	1	0,3150	0,3150	0,3150	0,3150
	2	0,4520	0,4520	0,4520	0,4520
	3	0,1139	0,1139	0,1139	0,1139
1	1	0,1501	0,0212	0,2090	0,1797
	2	0,0619	0,2521	0,1779	0,2455
	3	0,2112	0,1322	0,1623	0,0500
2	1	0,5608	0,3578	0,1867	0,1122
	2	0,3139	0,325	0,2732	0,0674
	3	0,2001	0,3311	0,1091	0,0763
3	1	0,3655	0,3053	0,2394	0,1878
	2	0,4168	0,2053	0,3169	0,1068
	3	0,3411	0,2305	0,2167	0,1742
4	1	0,1391	0,1532	0,1118	0,1026
	2	0,3758	0,0955	0,2877	0,1388
	3	0,4495	0,1261	0,2828	0,133
5	1	0,2580	0,2171	0,1416	0,1826
	2	0,1551	0,2195	0,2303	0,0407
	3	0,2188	0,1238	0,1362	0,0758
6	1	0,1665	0,153	0,0992	0,0259
	2	0,0979	0,1166	0,1119	0,1032
	3	0,049	0,1472	0,1323	0,0974
7	1	0,2183	0,0758	0,168	0,1039
	2	0,1807	0,0713	0,1999	0,022
	3	0,1567	0,0618	0,1274	0,0614
8	1	0,1099	0,1625	0,0910	0,0190
	2	0,1284	0,0634	0,0701	0,0167
	3	0,1193	0,1964	0,1045	0,0392