



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

ENILSON CLAUDIO DA SILVA JÚNIOR

**EXTRATO PIROLENHOSO DE *Eucalyptus urograndis* CLONE I144 COMO
ALTERNATIVA SANITIZANTE NA PREVENÇÃO DE INFECÇÕES
BACTERIANAS EM APRISCOS NO SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ-RN

2023

ENILSON CLAUDIO DA SILVA JÚNIOR

**EXTRATO PIROLENHOSO DE *Eucalyptus urograndis* CLONE I144 COMO
ALTERNATIVA SANITIZANTE NA PREVENÇÃO DE INFECÇÕES
BACTERIANAS EM APRISCOS NO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marlon
Carneiro Feijó

Co-orientador: Prof. Dra. Nilza Dutra Alvez

MOSSORÓ

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS586 Silva, Enilson Cláudio da Silva Júnior.
e EXTRATO PIROLENHOSO DE *Eucalyptus urograndis*
CLONE I144 COMO ALTERNATIVA SANITIZANTE NA
PREVENÇÃO DE INFECÇÕES BACTERIANAS EM APRISCOS NO
SEMIÁRIDO / Enilson Cláudio da Silva Júnior
Silva. - 2023.
46 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marlon
Carneiro Feijó Feijó.

Coorientador: Prof. Dra. Nilza Dultra Alvez
Alvez.

Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Medicina
Veterinária, 2023.

1. Extrato pirolenhoso. 2. Fitoterápico. 3.
Aprisco. 4. Manejo sanitário. 5. Controle
microbiano. I. Feijó, Prof. Dr. Francisco Marlon
Carneiro Feijó, orient. II. Alvez, Prof. Dra.
Nilza Dultra Alvez, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ENILSON CLAUDIO DA SILVA JÚNIOR

**EXTRATO PIROLENHOSO DE *Eucalyptus urograndis* CLONE I144 COMO
ALTERNATIVA SANITIZANTE NA PREVENÇÃO DE INFECÇÕES
BACTERIANAS EM APRISCOS NO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Medicina Veterinária

Defendida em: 13 / 10 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO MARLON CARNEIRO FEIJÓ
Data: 20/10/2023 15:04:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco Marlon Carneiro Feijó (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 CAIO SERGIO SANTOS
Data: 20/10/2023 16:24:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Caio Sérgio Santos (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 BISMARQUES DA SILVA
Data: 20/10/2023 18:24:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ms. Bismark Alves da Silva (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 LAVÍNIA SOARES DE SOUSA
Data: 21/10/2023 06:12:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Lavínia Soares de Sousa (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTO

Inicialmente quero agradecer a minha mãe, Maria da Conceição da Silva, minha avó Dona Irene Barreto da Silva e minha tias Iracy e Irenice Barreto por todo carinho e cuidado na minha criação. meus tios e tias, pelo suporte e carinho; Antônio Barreto, Rafael Silva e João Paulo. E a meu pai por me mostrar que não tem nada melhor que cuidar dos animais e de como a gente é feliz com eles, mas infelizmente o sr não conseguiu me ver chegando até aqui.

Agradeço a galera da ponta da rua, vitor, felipe, bia, vitoria, neto e gabriel favs por me mostrarem que a faculdade é pra qualquer um, basta ter a vontade ir lá e fazer acontecer. Gabriel, você não teve a mesma sorte que a gente para vivenciar uma graduação e nem a gente teve a sorte de ter você na nossa formação.

Agradeço ao companheirismo da minha turma 2018.1 galera sensacional tive a sorte de poder contar com eles em qualquer situação do curso, os meus colegas de curso e de profissão os quais tenho profunda admiração e sei que irão prosperar na procissão onde quer que atuem, Caio michel, Anderson, Danilo Praxedes, Luana priscila, Elizabeth xavier, Fernando Lucas, G. Talles, Claudia Ellen e Erika Vanessa e Geovana Ribeiro

Meus colegas e orientadores do Laboratório de microbiologia Veterinária, aprendi muito com vocês e só tenho a agradecer, vou sair cheio de saudades e carinho, foram mais de 2 anos de trabalho e aprendizagem. Professor Francisco Marlon Carneiro Feijó, Professora Nilza Dutra Alves, Caio Sergio Santos, Mila Luryan, Beatriz Magalhães, Gustavo Lopes, Rayara Freitas e Aline Nogueira.

Agradeço ao apoio prestado pela assistência estudantil desde o primeiro semestre, sem essa ajuda minha graduação teria sido ainda mais difícil, espero que esses programas possam perdurar e continuem ajudando na realização de sonhos.

E aos amigos que a UFERSA me deu, Glaiana Paulino, Jorge Augusto, Samuel Constantino, Gustavo Mendonça, Claudomiro Neto, Evilásio Neto e Bismark silva,

E aos meus animais um agradecimento especial pelo carinho e companheirismo nesses anos, acho que vocês entendem o quanto me sinto bem com vocês, por isso sempre me trataram tão bem e sempre me acompanharam. Apolo, Meruen, estrelinha, Lilith, Safira, vocês são os melhores cachorros que um homem poderia ter. E aos gatos que me adotaram Jaguar e Marrone, a manha de vocês me acalma e nossas conversas deixavam os dias menos chatos.

E agradeço a banca Examinadora pela disponibilidade e paciência, Caio Sergio Santos, Bismark Silva, Marlon Carneiro Feijó e Lavínia Sousa, em participar da minha defesa e contribuir de maneira tão essencial.

RESUMO

As limitações com os custos e a demanda por compostos bioativos alternativos aos já utilizados no sistema de produção, motivam o desenvolvimento de pesquisas buscando novos princípios ativos e soluções que beneficiem tanto o setor produtivo quanto o meio ambiente. Tornando-se muito importante o reaproveitamento de subprodutos, como é o caso da fumaça liberada na pirólise, como uma forma de mitigar a poluição atmosférica do processo de carbonização, com a recuperação e beneficiamento dos líquidos brutos, dando uma destinação adequada. O extrato pirolenhoso de *Eucalyptus urograndis* I144 pode ser utilizado com diversas finalidades, entre elas a antimicrobiana. Dessa forma, objetivou-se avaliar sua ação bacteriostática e bactericida em bactérias ambientais coletas em instalações para caprinos com o objetivo de monitorar os microrganismos presentes, devido às atuações recorrentes em casos de infecções oportunistas. As amostras do piso, parede, comedouro e bebedouro foram coletadas por swabs em uma propriedade rural e a outra no Hospital veterinário da Ufersa. As amostras foram semeadas em ágar sangue e ágar MacConkey, por serem meios de cultura utilizados na triagem e identificação microbiana, e após 24 horas na estufa, foram selecionadas colônias de interesse patogênicos e isoladas em caldo Brain Heart Infusion (BHI) para posterior identificação. Foram realizadas através de provas bioquímicas, com meios de culturas específicas que indicam ação metabólica do microrganismo através da alteração cor, turbidez e pH. Os microrganismos isolados foram a *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* e *Klebsiella* spp. Na avaliação da concentração inibitória mínima, o extrato foi testado com diferentes concentrações, variando de 50 a 0.39%. Conseguindo inibir o crescimento bacteriano, apresentando resultados positivos para CIM e CBM em todos os isolados variando de 6,2 a 1.56%, sendo eles *Escherichia coli* 1,5 e 6,2%, *Hafnia alvei* 6,2%, *Enterobacter aerogenes* 6,2%, *Enterobacter cloacae* 3,1 %, *Citrobacter freundii* 3,1% e *Klebsiella* spp 1,5 e 3,1%, em alguns casos foram os mesmo valores para CIM e CBM. Com isso podemos comprovar a eficácia do extrato frente a microrganismos ambientais com potencial patogênico, presentes em apriscos.

Palavras-chave: Extrato pirolenhoso. Fitoterápico. Aprisco. manejo sanitário e controle microbiano.

ABSTRACT

Cost constraints and the demand for alternative bioactive compounds to those already used in the production system have prompted research into new active ingredients and solutions that benefit both the production sector and the environment. It has become very important to reuse by-products, such as the smoke released during pyrolysis, as a way of mitigating atmospheric pollution from the carbonisation process, by recovering and processing the raw liquids and giving them an appropriate destination. The pyroligneous extract from *Eucalyptus urograndis* I144 can be used for various purposes, including antimicrobials. The aim of this study was to evaluate its bacteriostatic and bactericidal action on environmental bacteria collected from goat facilities in order to monitor the microorganisms present, due to their recurring action in cases of opportunistic infections. Samples from the floor, walls, feeding trough and drinking trough were collected using swabs at one rural property and the other at the Ufersa Veterinary Hospital. The samples were sown on blood agar and MacConkey agar, which are culture media used for microbial screening and identification. After 24 hours in the oven, colonies of pathogenic interest were selected and isolated in Brain Heart Infusion (BHI) broth for subsequent identification. Biochemical tests were carried out using specific culture media that indicate the metabolic action of the microorganism through changes in colour, turbidity and pH. The microorganisms isolated were *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* and *Klebsiella spp*. In assessing the minimum inhibitory concentration, the extract was tested at different concentrations, ranging from 50 to 0.39%. It was able to inhibit bacterial growth, showing positive results for MIC and MIC in all isolates ranging from 6.2 to 1.56%, including *Escherichia coli* 1.5 and 6.2%, *Hafnia alvei* 6.2%, *Enterobacter aerogenes* 6.2%, *Enterobacter cloacae* 3.1%, *Citrobacter freundii* 3.1% and *Klebsiella spp* 1.5 and 3.1%, in some cases the same values for MIC and MIC. This shows the efficacy of the extract against environmental microorganisms with pathogenic potential present in poultry farms.

Keywords: Pyroligneous extract. Phytotherapeutic. Fold. sanitary management and microbial control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Eucalyptus spp.....	16
Figura 2 - Hovet Ufersa e Baia 1	23
Figura 3 - Baia, Propriedade semi-tecnificada	23
Figura 4 - Placa com poços da avaliação da CIM com extrato pirolenhoso desafiado por bactérias ambientais gram negativas.....	25
Figura 5 - Placas da avaliação da CBM com meio Ágar BHI semeados com diferentes concentrações do extrato desafiados a Escherichia coli.....	28
Figura 6 - Placa da avaliação da CBM com meio Ágar BHI semeados com diferentes concentrações do extrato desafiados a Enterobacter cloacae	28

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Nome, número e percentual de bactérias encontradas em instalações de animais de produção	26
Tabela 2 - Origem das bactérias coletadas em instalações de animais de produção	26
Tabela 3 - Porcentagem em relação à origem das bactérias nas instalações	27
Tabela 4 - Valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) do Extrato Pirolenhoso frente a diversas bactérias	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 A caprinocultura	11
2.2 Manejo sanitário	12
2.3 Patologias	12
2.4 Fitoterapia	14
2.5 <i>Eucalyptus urograndis</i>	15
2.6 Compostos bioativos do <i>Eucalyptus spp</i>	16
2.7 Cadeia produtiva do carvão	18
2.6 O extrato pirolenhoso	19
3 OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo geral	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 METODOLOGIA	21
4.1 Local do experimento	21
4.2 Produção do extrato pirolenhoso	21
4.3 Coletas	22
4.4 Identificação das bactérias	23
4.5 Concentração mínima inibitória	24
4.6 Concentração bactericida mínima	25
5 RESULTADOS	25
5.1. Bactérias identificadas	25
5.2. Origem das bactérias	26
5.3 Concentração Inibitória mínima e Concentração Bactericida mínima	27
6 DISCUSSÃO	29
7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, nacionalmente, possui um rebanho estimado em 12,1 milhões de caprinos e 20,6 milhões de ovinos (IBGE 2020), sendo que a maior parte do plantel se concentra no semiárido brasileiro. Por conta das limitações impostas pelo clima nordestino, a criação de pequenos ruminantes é uma atividade de destaque. Os caprinos são animais de pequeno porte e que possuem excelente capacidade de adaptação em áreas consideradas adversas. Entretanto, a caprinovinocultura ainda se caracteriza como uma criação de subsistência, que apresenta falhas de biossegurança ligadas a um manejo inadequado que facilita a entrada de microrganismos patogênicos na propriedade. (Aquino *et al.*, 2016; IBGE, 2020),

Em condições propícias, onde os animais dispõem de instalações com acúmulo de lama e fezes, somadas à falta de casqueamento, promove um ambiente de anaerobiose ideal para o estabelecimento do *Fusobacterium necrophorum*. Com a lesão estabelecida, torna-se possível a colonização pelo *Dichelobacter nodosus*, pois a mesma não é capaz de penetrar tecidos saudáveis, agravando as lesões com sua ação proteolítica. (Retore e Correa, 2015), sendo uma das principais causas de claudicação em pequenos ruminantes.

Dentre outras infecções comumente observadas nos rebanhos caprinos cita-se as mastites ambientais, onfalopatias, artrites sépticas, gastroenterites e quadros respiratórios. O controle ineficiente dessas enfermidades somado ao uso indiscriminado de antimicrobianos pode resultar em resistência antibiótica. Portanto, a busca por antisséptico deve considerar o amplo espectro de ação, toxicidade, estabilidade, disponibilidade e baixo custo (Bach *et al.*, 2019). Diversas plantas medicinais possuem potencial antisséptico, entre elas o eucalipto (*Eucalyptus spp.*) que possui propriedades desinfetantes, antissépticas, analgésicas, anti-inflamatórias, expectorantes e antimicrobianas. Com o mercado buscando alternativas economicamente e sustentavelmente viáveis com ação antissépticas, o extrato pirolenhoso aparece como uma excelente alternativa. Sendo produzido a partir do carvão vegetal através do processo de pirólise. Reaproveitando um produto que quando não utilizado, é lançado na atmosfera na forma de gases poluentes. O extrato apresenta potencial econômico por apresentar características de antisséptico de amplo aspecto, atóxico, estável, econômico e acessível, permitindo assim seu uso como antisséptico (Souza *et al.*, 2021).

As aplicações são possíveis nas mais diversas áreas, e estão relacionadas à sua composição química, viscosidade, pH, densidade e entre outros (Campos, 2007; Suresh *et al.*, 2019). Possui atividade antimicrobiana contra *S. aureus*, *P. aeruginosa* e *S. agalactiae*, consideradas as principais bactérias causadoras de mastite (Araújo *et al.*, 2018). A ação se

justifica por componentes como furfural, fenol, cresol e seringol que possui atividade antimicrobiana de amplo espectro contra bactérias dos gêneros *S. aureus* e *P. aeruginosa*. Já os compostos fenólicos presentes se acumulam na superfície celular, causando a perda de conteúdo, despolarizando as células; assim, o gradiente de pH atravessa a membrana e pode causar a morte celular (Bouarab Chibane *et al.*, 2019). Dessa forma, tem-se como objetivo verificar a ação do extrato pirolenhoso em bactérias presentes no ambiente, responsáveis por enfermidades em animais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A caprinocultura

Os caprinos foram domesticados pelo homem com a finalidade de obter alimento (carne e leite) e proteção pelo uso de peles e lã (BIOLCHI; PEDRASSANI, 2019). No Brasil foram introduzidos durante o processo de colonização, juntamente com outras espécies de animais domésticos, trazidas pelos primeiros portugueses nas embarcações para alimentar os tripulantes (Andrade, 1982).

Nos últimos anos, o rebanho de caprino brasileiro teve um crescimento constante ao longo dos anos (IBGE, 2021). Apesar da caprinocultura estar presente em todo o país, essa atividade está concentrada na Região Nordeste, predominância justificada pela alta adaptação dessas raças às condições climáticas do semiárido nordestino e à tradição secular de criação e consumo (Lucena *et al.*, 2019).

A capacidade adaptativa dos caprinos desenvolveu-se por seleção natural com pouca influência humana, resultando em animais de alta rusticidade (Magalhães *et al.*, 2018). Os caprinos são animais homeotérmicos e conseguem controlar a temperatura interna do corpo mesmo em estresse térmico, não havendo gastos de energia, mantendo homeostase, desde que ele não permaneça por longos períodos sob a luz solar (Rodrigues, 2003).

Dentre os fatores que contribuíram para o crescimento do rebanho, a rusticidade, precocidade, baixo consumo de alimento, sobrevivência em longos períodos de estiagens e a alta prolificidade se destacam (Roberto *et al.*, 2018a). A importância social e econômica da caprinocultura para os estados do Nordeste se destaca pelo crescimento e tecnificação do cultivo, com o aproveitamento de todo o animal, sendo possível a venda de seus produtos e subprodutos como a carne, o leite, a pele, as vísceras e o esterco. A carne, o leite e as vísceras são usados para alimentação humana, a pele segue para produção de calçados, roupas, tapetes, bolsas entre outros produtos, e o esterco é utilizado como adubo orgânico em plantações como a do milho, feijão e hortaliças (Dias *et al.*, 2023).

Esse crescimento constante da cadeia produtiva caracteriza a caprinocultura como uma atividade economicamente viável e produtiva, que se espalhou pelo sertão cobrindo áreas e promovendo o desenvolvimento econômico e social, sendo a matéria prima para milhares de produtores (Mesquita, 2020).

2.2 Manejo sanitário

O manejo sanitário de parte das propriedades rurais ainda funciona de maneira curativa, negligenciando o manejo preventivo. A falta de protocolos adequados para o manejo sanitário leva a casos de infecções bacterianas, geralmente o microrganismo têm origem ambiental, sendo importante a limpeza eficiente do local onde os animais permanecem alojados, visando a não perpetuação de agentes (Grossl, 2022).

A frequência indicada para realização da higienização nas instalações é diariamente, e até semanalmente, se o rebanho for pequeno, porém, verifica-se que alguns produtores não realizam com a frequência adequada essas práticas sanitárias, realizando-a anualmente ou quando muito, mensalmente, o que dificulta o controle de doenças. No entanto, medidas profiláticas corretivas impactam positivamente no aspecto sanitário do rebanho (Cruz *et al.*, 2019).

Entre os principais prejuízos desencadeados, encontram-se a redução e variabilidade do ganho de peso diário, baixo desempenho produtivo e reprodutivo, aumento nos gastos com medicamentos e necessidade de manejo mais intensivo. (Frota *et al.*, 2017), além das perdas diretas com a morte do animal. Infecções neonatais são causas de mortes perinatais frequentes em cabritos no semiárido, representando 50% dos casos no estudo referenciado, essa alta taxa é decorrente de fatores relacionados com falhas de manejo sanitário, principalmente em relação aos recém-nascidos, independente do sistema de criação utilizado. (Medeiros *et al.*, 2005).

Um manejo produtivo adequado proporciona a maximização dos lucros por permitir a obtenção de produtos e derivados de qualidade, contribuindo para aumentar a oferta de produtos de qualidade em uma determinada região (Silva *et al.*, 2015). O manejo sanitário preventivo consiste em uma atividade básica como a limpeza dos apriscos, cocheiras e bebedouro, que o produtor deve executar diariamente (Brito, 2021).

2.3 Patologias

Os agentes ambientais coexistem no ambiente de criação dos animais e podem promover enfermidades à glândula mamária, principalmente no período após as ordenhas (Oliver *et al.*, 2010). Nas ocorrências de mastite subclínica e clínica podem ser isolados *Staphylococcus spp.* com predominância dos *S. aureus*. Já em relação às bactérias Gram negativas, frequentemente

isoladas são *Klebsiella spp*, *Escherichia coli* e *Trueperella pyogenes*. (SANTOS JUNIOR, D.A. et al 2019). Também há relatos de casos por *E. aerogenes* (Duarte et al., 2019).

Os problemas articulares as bactérias ambientais observadas em caprinos são: *Trueperella pyogenes*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp* *Corynebacterium spp*, *Actinomyces spp*, *Erysipelothrix rhusiopathiae* e *Escherichia coli* (Mackay, 2022). A ocorrência da doença é facilitada pelo déficit na práticas de higiene eficientes, manejos inadequados e tratamentos errôneos, uma vez que o agente patogênico da enfermidade coexiste no mesmo ambiente.(Duarte et al., 2019). Uma vez que normalmente é secundária a uma cura do umbigo mal realizada.

A diarreia é outro problema é pode causada pela *E. coli* enteropatogênica, também é um problema e desenvolve-se nos primeiros dias após o nascimento. Animais moderadamente afetados podem recuperar-se de forma espontânea, enquanto os severamente afetados e não tratados morrem dentro de poucos dias (QUINN, 2005). Pois a diarreia leva a perda de água e eletrólitos resulta em desidratação, desequilíbrios eletrolíticos, acidose metabólica e morte (Fairbrother et al., 1995).

A síndrome diarreica é multifatorial e pode envolver mais de um agente enteropatógeno, dificultando o diagnóstico clínico, entre temos a *Escherichia coli*, sendo o agente etiológico da colibacilose (Blanchard 2012). A *E. coli* é comumente isolada de fezes, sendo na maioria das vezes comensais e não desencadeiam nenhuma patogenia em seus hospedeiros. Porém, em animais debilitados, imunocomprometidos ou com a barreira gastrointestinal alterada, cepas de *E. coli* não patogênicas presentes no intestino podem causar infecção (Nataro et al., 1998).

Já as bactérias do gênero *Enterobacter* são microrganismos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, com forma de bastonete e não forma esporos. As espécies mais conhecidas são, *Enterobacter aerogenes* e *Enterobacter cloacae*, e surgiram como patógenos nosocomiais de pacientes em terapia intensiva, especialmente para aqueles que estão em ventilação mecânica. Estão entre os agentes patogênicos mais comuns que infectam seres humanos e animais. (Paterson, 2012).

As *Enterobacter* possuem ampla disseminação e compõem a flora comensal do trato gastrointestinal humano e animal e, podem se tornar agentes patogênicos oportunistas. Sua importância clínica, foi relatada em múltiplas publicações, demonstrando sua notável capacidade de regular positivamente ou adquirir determinantes de resistência e tornando-os alguns dos microrganismos mais preocupantes da atual era dos antibióticos. (Mezzatesta et al., 2012). *E. cloacae*, é um patógeno problemático para as instituições de saúde em todo o mundo, sendo responsável por até 5% da sepse adquirida em hospitais, 5% das pneumonias

nosocomiais, 4% das infecções nosocomiais do trato urinário e 10% dos casos de peritonite pós-cirúrgica (Paauw *et al.*, 2008).

2.4 Fitoterapia

A resistência microbiana tem se tornado o principal problema de saúde pública mundial, representando um risco à qualidade de vida, comprometendo o orçamento dos sistemas de saúde, gerando hospitalização prolongada e um aumento das infecções (World Health, 2021). As limitações com os custos e a demanda por tecnologias adequadas ao sistema de produção motivaram o desenvolvimento de pesquisas buscando novos princípios ativos (Medeiros, 2013). Novos compostos ativos obtidos por meio de plantas medicinais podem se tornar uma alternativa aos antimicrobianos.

O Brasil possui localização geográfica privilegiada próxima aos trópicos, e junto ao favorecimento do clima úmido, leva o país a possuir uma enorme variedade de espécies vegetais que apresentam potencial medicinal (Costa *et al.*, 2016). A utilização de plantas medicinais e de produtos fitoterápicos está em expansão no Brasil e no mundo, o que tem impulsionado as empresas de medicamentos a investir em pesquisa de novos fármacos (Brandão, 2003).

O uso terapêutico das plantas ao longo da história baseou-se, sobretudo, no conhecimento intuitivo e especulativo de homens e mulheres, que, com o passar do tempo, aprenderam a diferenciar as ervas benéficas daquelas tóxicas à saúde (Leite *et al.*, 2009). Na atualidade o consumo desses produtos pode ir além dos grupos tradicionais, o conhecimento empírico levou a estudos técnicos e científicos, sobre a eficácia desses fitoterápicos, comprovando sua utilidade para o consumo em ambientes urbanos e rurais (Costa *et al.*, 2016).

A fitoterapia é uma forma de tratamento simples e natural, onde se busca tratar ou prevenir doenças psicológicas, intestinais e infecciosas, a partir da preparação de vegetais ou dos princípios ativos que deles possam ser extraídos (Brandão, 2015; Bortoluzzi *et al.*, 2020). Recentemente, o uso vem ganhando adeptos em grande parte da população, entrando no mercado onde até então era dominado por produtos industrializados (Carneiro *et al.*, 2014). Contudo estudos com plantas medicinais alternativas têm ganhado cada vez mais atenção, devido às informações que podem fornecer a ciência (Carneiro *et al.*, 2014).

2.5 *Eucalyptus urograndis*

O *Eucalyptus* é uma planta nativa do continente australiano e ilhas da Indonésia (Figura 1) que passou a ser um dos gêneros florestais mais plantados no mundo, devido a sua utilização na geração de diversos produtos madeireiros e não madeireiros (Grattapaglia; Kirst, 2008).

O cultivo do gênero no Brasil ocorreu a partir do trabalho realizado pelo Agrônomo Silvicultor Edmundo Navarro de Andrade, que introduziu 144 espécies de eucalipto para atender a demanda de madeira para construção das estradas ferroviárias da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, onde eram utilizados dormentes e lenha. Onde a partir de 1965, com a lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento, a área de eucalipto plantado aumentou de milhares para mais de milhões de hectares (Trugilho *et al.*, 2001).

Os clones híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, são normalmente chamados de *Eucalyptus urograndis*. No Brasil são um dos materiais vegetais mais utilizados na produção de carvão vegetal (Meira *et al.*, 2021) pois apresentam uma ótima resistência à deficiência hídrica e em solos de baixa fertilidade natural, principalmente deficientes de boro, além de possuir uma madeira de maior densidade em relação às espécies que o originaram. (Miranda, 2021). Em 2021 o país possuía 9,55 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 78% das espécies plantadas do gênero *Eucalyptus* e seus clones em torno de 7,47 milhões de hectares destinados ao setor produtivo em geral (IBÁ 2021).

Em geral os *Eucalyptus spp*, apresentam fruto seco, capsular e folhas alternas, mas no Brasil a floração ocorre no início da primavera (Joly, 1998). As folhas possuem cheiro forte, balsâmico e próprio; o sabor é amargo, resinoso, primeiramente quente e depois com sensação de frescor, as raízes profundas, quase sempre ectomicorrizas (Lavabre, 2001). No geral, são plantas arbóreas com altura podendo chegar de 30 a 50 metros, embora haja espécies de porte mediano e algumas arbustivas. O tronco é alto e reto, com casca lisa de cor cinzenta ou castanha. As folhas são persistentes e têm forma e aspecto variável, conforme a fase de crescimento da árvore, as jovens são ovaladas e com coloração verde, já as adultas são alternadas, longas e mais brilhantes. (Brooker, 2004). Rápido crescimento com idade média de corte entre 6 a 8 anos, em comparação o ciclo das árvores de mata nativa pode levar em média 25 anos, com isso o eucalipto passou a ser uma alternativa racional para minimizar a devastação das florestas nativas em diversas regiões do planeta, propiciando a preservação do meio ambiente (Scarpinella, 2002).

Todo eucalipto pode ser aproveitado. Das folhas podem ser extraídos óleos essenciais e compostos fenólicos (Fortes, 2016), além de serem utilizadas como aditivos para alimentos e

os extratos em formulações de cosméticos (Takahashi *et al.*, 2004). Vários trabalhos ressaltam o potencial das cascas de *Eucalyptus spp.* como fonte de compostos bioativos valiosos, tais como compostos fenólicos (Mota *et al.*, 2013; Sartori *et al.*, 2018), matéria-prima para tratamento de efluentes (Rajamohan *et al.*, 2014), antioxidantes e antibactericidas (Boulekbache-Makhlouf *et al.*, 2013) para o curtimento do couro (Vázquez *et al.*, 2009), e para produção de bioetanol (Lima *et al.*, 2013), biorrefinaria (Sartori *et al.*, 2016; Sartori *et al.*, 2022), extração de taninos para produção de adesivos (Carneiro *et al.*, 2012) e na mistura com adesivos sintéticos (Santiago *et al.*, 2018).

Figura 1 - *Eucalyptus spp.*



Fonte: Registro do autor, 2023.

2.6 Compostos bioativos do *Eucalyptus spp*

Da madeira advém uma ampla classe de compostos químicos que podem ser extraídos utilizando solventes orgânicos ou água. Os extratos lipofílicos são também conhecidos como resinas (Gutérrez *et al.*, 2001). A composição dos extratos pode variar, significativamente, entre as diferentes espécies de plantas utilizadas e dentro das diferentes partes da árvore. Assim, determinadas madeiras podem ser caracterizadas em função da natureza e quantidade de seus extrativos, que são encontrados nas cascas, nas folhas, nas flores, nos frutos e nas sementes; em

geral, as quantidades nessas partes da árvore são proporcionalmente maiores que na madeira (Stenius *et al.*, 2000).

Os extratos contêm um grande número de compostos fenólicos, alguns deles resíduos ou subprodutos da biossíntese da lignina. As substâncias aromáticas fenólicas são encontradas, normalmente, em pequenas quantidades no xilema e se concentram principalmente no cerne da madeira (Stenius *et al.*, 2000). Os materiais solúveis em água incluem sais, carboidratos simples, polissacarídeos e algumas substâncias fenólicas (Freire *et al.*, 2003). Segundo (Moraes *et al.*, 2005), geralmente, os extrativos são representados pelos óleos essenciais, resinas, taninos, graxas e pigmentos.

Os fenólicos se constituem em um grupo diversificado de produtos naturais que estão presentes na maioria das espécies de plantas (Macías *et al.*, 2019). São originados do metabolismo secundário das plantas, e são formados em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros. Esses compostos encontram-se abundantemente nas plantas e são um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. São essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, contribuem com a pigmentação, além de atuarem como agentes anti patogênicos, já que estão intimamente ligados à defesa das plantas e apresentam atividade biológica contra herbívoros e microorganismos, podendo também ser utilizados como inseticidas e fungicidas.

Já em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (Marian, 2004). São definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substitutos hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais. Também são antioxidantes naturais, possuindo capacidade de inibir ou reduzir a ação de radicais livres, os quais podem ser responsáveis por diversas patologias humanas, pois aumentam o estresse oxidativo e podem danificar moléculas biológicas como proteínas, lipídeos e DNA (Borlinghaus *et al.*, 2014). A extração de compostos fenólicos de subprodutos florestais tem aumentado devido a substituição de antioxidantes sintéticos, o que contribui para a valorização desses subprodutos que na maioria dos casos são utilizados principalmente como biomassa para a geração de energia (Piwowarska, 2012).

Compostos com atividade antioxidante têm sido isolados das mais diversas famílias de plantas (Fonseca, 2009). Sendo os compostos fenólicos as substâncias com maior representatividade desta atividade. Dentre os compostos fenólicos destacam-se quatro grupos principais: ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides e taninos (Hurtado *et al.*, 2010). Esses princípios ativos provavelmente enriquecem as propriedades do extrato pirolenhoso.

2.7 Cadeia produtiva do carvão

O consumo brasileiro de carvão vegetal se dá principalmente pelo setor metalúrgico, incluindo as indústrias de ferro gusa, siderurgia, ligas de ferro e silício, consumindo cerca de 80% do carvão vegetal. O carvão vegetal é produzido em instalações industriais, trabalhando principalmente com fornos de alvenaria de combustão parcial (Arruda *et al.*, 2011). A produção acontece de forma primitiva, visando apenas o carvão comercial sem dar importância aos controles operacionais de temperatura, rendimento ou recuperação dos gases e outros componentes emitidos (Vieira *et al.*, 2015). Os rendimentos de massa e energia podem ser muito baixos nesses fornos convencionais, cerca de 30% a 50% da madeira não são aproveitadas, isto significa que toneladas de produtos químicos são perdidos na atmosfera como gases sem qualquer reciclagem (Jesus, 2016).

Em 2009, o volume de madeira em tora não aproveitado diretamente pela indústria madeireira nos estados da Amazônia Legal, foi na ordem de 8,4 milhões de m³. Desse total, 19% foram convertidos em carvão vegetal, 18% foram destinados a olarias, 14% para geração de energia, 24% na forma de diversos usos (adubo, lenha), os resíduos queimados a céu aberto representaram 9% e o volume de entulhos de resíduos foi de 16% (Pereira *et al.*, 2010).

A carbonização é o processo de decomposição química, por calor, das moléculas da matéria-prima lignocelulósica em uma atmosfera com presença controlada de oxigênio ou ausência dele (Silva; Ataíde, 2019). Porém, em torno de 70% da madeira destinada à produção de carvão vegetal se transforma em vapores (fumaça) durante a carbonização (Dias *et al.*, 2018). Isso resulta em perdas energéticas e econômicas significativas, pois a maior parte do dinheiro investido na matéria-prima vai embora como fumaça para o ambiente ao redor, gerando poluição do ar. A busca por soluções que beneficiem tanto o setor produtivo quanto o meio ambiente torna muito importante encontrar formas de aproveitar a fumaça liberada é uma maneira de reverter esse cenário e, ao mesmo tempo, mitigar a poluição atmosférica do processo de carbonização. A recuperação dos líquidos brutos da pirólise, seguida de uma destinação adequada para eles, é uma opção para alcançar essa destinação que pode reduzir cerca de 40% das emissões de gases de efeito estufa, além de gerar um subproduto utilizado para diversas aplicações (Silva; Ataíde, 2019).

O eucalipto é largamente utilizado para produção de carvão vegetal, além de ser precursor de diversos produtos como papel, celulose, móveis e madeira em geral (Amorim *et al.*, 2021). Como o carvão é uma matéria-prima de baixo valor agregado. As empresas têm percebido que produzir dentro de padrões de qualidade e segurança é uma tarefa cara.

(Albuquerque, 2019). Durante a carbonização, além da produção de carvão, frações de gases e vapores são emitidas para a atmosfera, o que contribui para a poluição ambiental. O beneficiamento de subprodutos acontece em vários segmentos industriais, como forma de aproveitar os resíduos aumentando a lucratividade, além de contribuir para diminuição dos resíduos gerados. No processo de carbonização da madeira pode ser empregado através da condensação. Esse reaproveitamento gera um líquido conhecido por vinagre de madeira, ácido pirolenhoso ou extrato pirolenhoso (Campos, 2007; Sena *et al.*, 2014).

2.6 O extrato pirolenhoso

O extrato pirolenhoso também é conhecido como vinagre de madeira, ácido pirolenhoso, fumaça líquida solúvel em água. É o subproduto aquoso proveniente da liquefação de parte da fumaça do processo de carbonização após passar por dispositivos adequados (SOARES *et al.* 2020). O extrato pirolenhoso consiste em uma mistura de produtos químicos muito semelhantes aos dos aditivos líquidos para fumaça usados regularmente na indústria alimentícia (Pimenta *et al.*, 2018). Pode ser produzido usando diferentes materiais de origem e pode apresentar diferentes níveis de bioatividade em diferentes quantidades (Yang *et al.*, 2016). Suas características farmacológicas estão diretamente ligadas à espécie vegetal utilizada, temperatura de extração, que pode ativar ou inibir os compostos bioativos e aos diferentes equipamentos utilizados (Silveira, 2010).

No início da pirólise, a fumaça liberada possui coloração clara, indicando alta quantidade de água, a coleta deve ser evitada nesse ponto. Quando o forno atingir de 80 a 85°C a cor da fumaça começa a se alterar para vermelho acinzentado, é onde a coleta deve ser iniciada. A fumaça é coletada através de um tubo de aço inoxidável (Campos, 2018). A diferença de temperatura entre a fumaça e o aço proporciona a condensação, o líquido resultante é o extrato pirolenhoso. A coleta deve ser interrompida entre 120 e 150 °C pois acima desta temperatura começa a liberação de altas concentrações de alcatrão, um produto oleoso de coloração preta e odor intenso e possui composição complexa de hidrocarbonetos aromáticos, alguns tóxicos à saúde humana (Alves, 2003), esse fato evidencia a grande importância no controle da temperatura nesse processo (Campos, 2018).

O extrato é um líquido castanho avermelhado e sua composição é complexa, contendo mais de 200 compostos, a composição química e as concentrações desses componentes dependem da biomassa carbonizada e podem variar do ácido fórmico, acético, propiônico a valérico; de álcoois como metanol, butanol a amílico; compostos fenólicos, aldeídos, cetonas,

furanos, piranos, e derivados de guaiacóis e siringóis, (Araújo *et al.*, 2018; Pimenta *et al.*, 2018; Vieira *et al.*, 2015; Schnitzer *et al.*, 2015). Os ácidos orgânicos são facilmente absorvidos pela parede celular das bactérias, podendo danificar sua estrutura de DNA, causando um efeito bacteriostático ou bactericida. Além disso, os ácidos reduzem o nível do pH da célula, obrigando-a utilizar sua energia para liberar os prótons, causando uma exaustão celular. Acredita-se que por ação de alguns destes compostos químicos presentes no extrato pirolenhoso ou até mesmo a combinação deles (Chiamenti, *et al.*, 2016).

Pode ser aplicado em diversas áreas, empregado em aplicações agrícolas, como herbicida, protetor de sementes e promotor de crescimento para plantas e animais (Tiilikkala *et al.*, 2010; Mahmud *et al.*, 2016); como nematicida (Charehgani, 2020) e ainda atuando como inseticida, antioxidante, antiviral, anti-inflamatório, antibacteriano e antifúngico (Li *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2018; Suresh *et al.*, 2019). Já Araújo (2018) e Gama *et al.* (2023) ratificaram sua ação frente a microorganismos nocivos à saúde animal e humana como as *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Salmonella enteritidis*, *Streptococcus agalactiae*. O óleo de *Eucalyptus globulus* também apresentou boa eficácia antimicrobiana no combate a bactérias da cavidade oral, sendo elas *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis*. (Monteiro, 2021). Com isso vários estudos avaliaram o Extrato pirolenhoso como promissor para o desenvolvimento de uma alternativa natural aos antimicrobianos (Tiilikkala *et al.*, 2010; Araújo *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2018; Chukeatirote; Jenjai, 2018; Suresh *et al.*, 2019; Desvita *et al.*, 2022).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a ação do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus urograndis* clone I144 em bactérias ambientais em apriscos.

3.2 Objetivos específicos

- Isolar microrganismos patogênicos nas instalações de caprinos;
- Analisar a eficiência no extrato no pirolenhoso em bactérias oriundas das instalações de apriscos.

4 METODOLOGIA

4.1 Local do experimento

O estudo foi conduzido no Hospital Veterinário Jerônimo Dix-Huit Rosado Maia, pertencente a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (05° 12' 48" S e 37° 18' 44" W) e numa propriedade rural de pequeno porte, ambas situadas no município de Mossoró (RN), entre os meses de agosto e setembro de 2023, onde foram coletadas amostras com swabs da parede, piso, comedouro e bebedouro, em seguida encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia Veterinária (LAMIV/UFERSA), onde foram realizados todos os testes *in vitro*.

4.2 Produção do extrato pirolenhoso

O extrato foi produzido pelo laboratório de tecnologia da madeira da Escola de Jundiáí pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte e foi denominado como extrato pirolenhoso concentrado.

Amostras de madeira de árvores de *Eucalyptus urograndis* clone I144 foram coletadas em plantações com 8 anos de idade na área experimental da Unidade de Ciências Agrárias, Escola de Agricultura de Jundiáí, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (05° 51' 30" S

e 35° 21' 14" W). A seleção de árvores, a colheita e a coleta de amostras de madeira seguirão os procedimentos descritos por Carneiro (*et al.*, 2013).

As amostras de madeira consistiam em discos com 3 cm de espessura e, antes da carbonização, foram cortadas em cunhas e secas em estufa a 103 °C (+2 °C) sob ventilação forçada até atingirem peso constante. As carbonizações foram realizadas em um forno mufla de laboratório (Labor SP-1200, SP LABOR, São Paulo, Brasil), com amostras de madeira congelada pesando cerca de 500 g em cada execução. Foram realizadas vinte execuções. Em cada execução, as amostras de madeira foram colocadas dentro de um recipiente de aço aquecido externamente e submetidas a uma taxa de aquecimento de 0,7 °C min⁻¹, partindo da temperatura ambiente até 450 °C.

A fração líquida proveniente da carbonização foi recuperada utilizando um condensador de aço resfriado a água entre 25 e 30 °C. A amostra composta dos líquidos brutos foi decantada e o sobrenadante aquoso foi separado e submetido a uma bidestilação até atingir uma faixa de temperatura de 100-103 °C, obtendo-se o vapor de água purificado (WV). O WV purificado foi filtrado a vácuo através de um filtro de 0,2 µm (MF-Millipore, Merck, Darmstadt, Alemanha).

4.3 Coletas

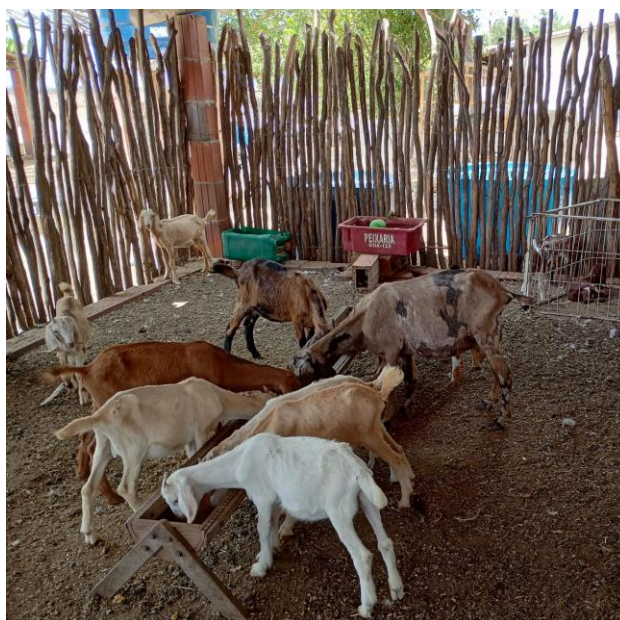
Uma parte das coletas foram realizadas no HOVET, Figura 2. através de swabs estéreis da maravalha, parede, bebedouro e comedouro da baía usada pelos caprinos e a outra em uma propriedade rural no assentamento Bernardo Marinho, Figura 3, também coletando amostras da parede, bebedouro, comedouro, maravalha e cocho d'água. Os swabs foram acondicionados em tubo estéril e levados em caixas isotérmicas refrigeradas a 8°C para o laboratório de microbiologia veterinária.

Figura 2 - Hovet Ufersa e Baia 1



Fonte: Registro do autor, 2023.

Figura 3 - Baia, Propriedade semi-tecnificada



Fonte: Registro do autor, 2023.

4.4 Identificação das bactérias

As amostras foram semeadas em duas placas de Petri com os meios de cultura ágar sangue e ágar MaConkey, aplicando o swab direto na placa. Em seguida foram armazenadas na estufa bacteriológica a 37 °C por 24 horas com o intuito de promover o crescimento microbiano. Após o crescimento das colônias nas placas de Petri, foram selecionados alguns bacilos gram negativos que cresceram no ágar MaConkey. As colônias selecionadas foram acondicionadas em tubos de ensaio contendo caldo Brain Heart Infusion (BHI), foram armazenados na estufa a

37 °C por 24 horas, após o crescimento bacteriano com alça de platina foi retirado uma alíquota dos tubos de ensaio e transferidos para uma lâmina microscópica, para fixação da bactéria na lâmina e posterior coloração de Gram. As bactérias gram negativas foram submetidas a provas bioquímicas como prova do citrato, fenilalanina, fermentação de glicose, maltose, sacarose e lactose (MacFadin, 2006).

4.5 Concentração mínima inibitória

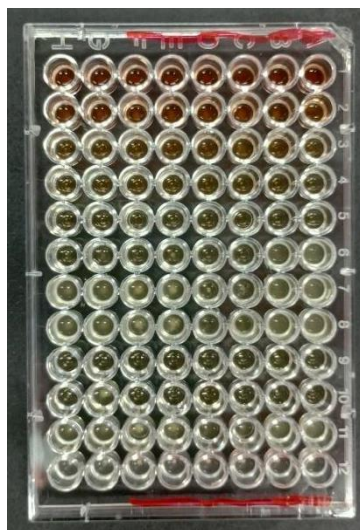
Os microrganismos identificados foram transferidas para tubos de ensaio contendo solução salina a 0,85% estéril para adequação da concentração das células bacterianas nos inóculos, feita com o auxílio de um espectrofotômetro (Biospectro SP-22) no comprimento de onda de 530 nm onde o valor de sua leitura esteve entre 0,08 e 0,1, correspondendo a escala número 0,5 de MacFarland (densidade de $1,5 \times 10^8$ células por mL).

Foram adicionados em cada poço das microplacas, 100 µL de meio de cultura BHI. Em seguida, 100 µL do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus urograndis* nos poços iniciais, na concentração de 50% e na sequência foi realizado as diluições seriadas de 25, 12,5, 6,25, 3,12, 1,5, 0,78 e 0,390% em duplicata, totalizando-se 8 concentrações avaliadas. Também foram realizados os testes com antisséptico convencional, clorexidina 0,2% como controle positivo e BHI como controle negativo também em duplicata. Após preencher os poços com BHI e os produtos mencionados, foi adicionado 5 µL da bactéria em cada poço e levados para incubação em estufa de microcirculação de ar a 37 ± 1 °C por 24 horas.

As microplacas confeccionadas foram lidas em uma leitora de microplacas com comprimento de onda 580 nm (Microplate reader) nos tempos 0 e 24 hs para bactérias. Após 24 horas na estufa, a leitura dos poços com ou sem crescimento microbiano foi realizada pela observação da presença/ausência de turvação, por meio da observação da absorbância a olho nu onde a CIM foi definida como a menor concentração do extrato pirolenhoso no qual não foi observado crescimento microbiano.

O crescimento microbiológico foi quantificado através dos valores de absorbâncias onde a densidade de células presentes em um determinado meio, quanto menos denso for o meio, menor será o valor da absorbância, devido à menor proliferação de células microbianas na solução, resultando em uma menor densidade óptica.

Figura 4 - Placa com poços da avaliação da CIM com extrato pirolenhoso desafiado por bactérias ambientais gram negativas



Fonte: Registro do autor, 2023.

4.6 Concentração bactericida mínima

Para determinação da CBM uma alíquota de 10 μ L de cada poço onde foi constatado inibição bacteriana a olho nu, foi semeada em placas de petri com meio de cultura Ágar BHI com o auxílio de alça de platina calibrada, as concentrações do extrato variaram de 6,25 a 3,12 %. Em seguida foram incubados a 37°C por 24 h, as concentrações que não apresentarem crescimento de colônias nas placas é indicada como a CBM para cada cepa microbiana testada.

5 RESULTADOS

5.1. Bactérias identificadas

Foram identificadas as seguintes bactérias, 6 cepas *Escherichia coli* (50%), 1 *Hafnia alvei* (8,33%), 1 *Enterobacter aerogenes* (8,33%), 1 *Citrobacter freundii* (8,33%), 2 *Klebsiella spp* (16,66%), e *Enterobacter cloacae* (8,33%). (tabela 1).

Tabela 1 - Nome, número e percentual de bactérias encontradas em instalações de animais de produção

Bactéria	Número	%
<i>Escherichia coli</i>	6	50
<i>Hafnia alvei</i>	1	8,33
<i>Enterobacter aerogenes</i>	1	8,33
<i>Citrobacter freundii</i>	1	8,33
<i>Klebsiella spp</i>	2	16,66
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	8,33

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Tabela 2 - Origem das bactérias coletadas em instalações de animais de produção

Local	Bebedouro	Parede	Comedouro	Piso
Baia 1 HOVET	<i>Klebsiella spp</i>	<i>Hafnia Alvei</i>	<i>C.Freundii</i>	<i>E.Coli</i>
Baia 2 HOVET	<i>E.Coli</i>	<i>Klebsiella spp</i>	<i>E. Aerogenes</i>	<i>E.Coli</i>
Curral	<i>E. Cloacae</i>	<i>E.Coli</i>	<i>E.Coli</i>	<i>E.Coli</i>

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

5.2. Origem das bactérias

A *Escherichia coli* foi o microrganismo mais comumente isolado, estando presente no piso, parede e bebedouro, tanto da propriedade semi tecnificada quanto no HOVET, representando 50% dos isolados. A *Enterobacter cloacae*, foi encontrada na água de bebidas na propriedade. *Enterobacter aerogenes* e *Citrobacter freundii* foram isolados dos comedouros em uma das baias para o confinamento de caprinos, juntamente com 2 *Klebsiella* (16,66 %) uma no bebedouro e outra na parede, 1 *Hafnia Alvein* (8,33%) na parede também no HOVET (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3 - Porcentagem em relação à origem das bactérias nas instalações

Bactéria	Bebedouro	Parede	Comedouro	Piso	Total
<i>Escherichia coli</i>	N:1 (16,66%)	N: 1 (16,66%)	N: 1 (16,66%)	N: 3 (50%)	N: 6 (100%)
<i>Klebsiella spp.</i>	N:1 (50%)	N: 1 (50%)			N: 2 (100%)
<i>Hafnia alvei</i>		N:1			N:1 (100%)
<i>Citrobacter freundii</i>			N:1		N:1 (100%)
<i>Enterobacter aerogenes</i>			N:1		N:1 (100%)
<i>Enterobacter cloacae</i>	N:1				N:1 (100%)

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

5.3 Concentração Inibitória mínima e Concentração Bactericida mínima

Os resultados obtidos para atividade antimicrobiana do Extrato pirolenhoso (PA) foram expressos através dos CIM e CBM, e estão expostos na Tabela 3. Os dados apresentados indicam que todas as bactérias testadas; *Escherichia coli*, *Hafnia Alvei*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella spp* e *Enterobacter cloacae*, apresentaram sensibilidades variadas ao extrato pirolenhoso. O melhor resultado foi obtido com *Klebsiella spp*, sendo necessário apenas 1,56 e 3,12% para CIM e CBM respectivamente.

Tabela 4 - Valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) do Extrato Pirolenhoso frente a diversas bactérias

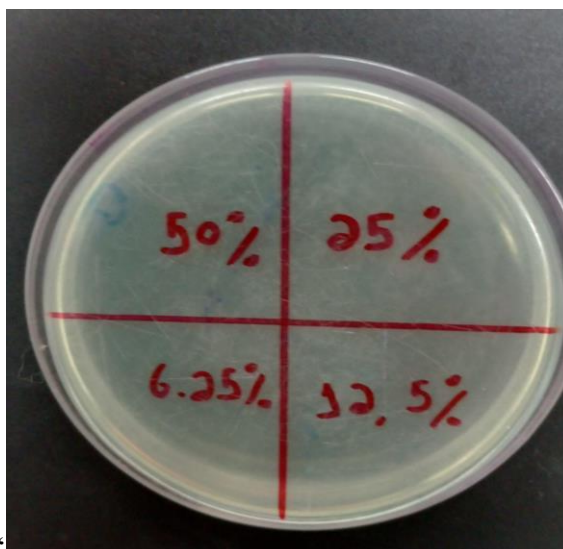
AMOS TRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LOCA L	Piso	Piso	Parede	Comedouro	Comedouro	Piso	Piso	Parede	Bebedour o	Comedouro
BACT ÉRIAS	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>	<i>Hafnia Alvei</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>C. freundii</i>	<i>Klebsiella spp</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. cloacae</i>	<i>E. coli</i>
CIM (%)	6,25	6,25	6,25	6,25	3,12	1,56	1,56	1,56	3,12	3,12
CBM (%)	6,25	6,25	6,25	6,25	3,12	3,12	6,25	6,25	3,12	6,25

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Os resultados obtidos para atividade antimicrobiana foram expostos pelos resultados da CIM e CBM para as bactérias testadas. As imagens a seguir ajudam a visualizar os dados

apresentados, indicando as doses necessárias para a função bacteriostática e bactericida. Nas figuras 3 e 4 é possível observar a ausência de bactéria quando utilizado o extrato pirolenhoso nas concentrações 50% a 12,5%, atuando como bactericida.

Figura 5 - Placas da avaliação da CBM com meio Ágar BHI semeados com diferentes concentrações do extrato desafiados a *Escherichia coli*



Fonte: Registro do autor, 2023.

Figura 6 - Placa da avaliação da CBM com meio Ágar BHI semeados com diferentes concentrações do extrato desafiados a *Enterobacter cloacae*



Fonte: Registro do autor, 2023

6 DISCUSSÃO

O extrato pirolenhoso é um subproduto com propriedades bioativas orgânicos, capaz de inibir o crescimento de bactérias ambientais, tem grande importância na pesquisa atual, uma vez que a busca por alternativas aos agentes químicos é constante. Os grupos de controle negativo e positivo, apresentaram o crescimento e inibição esperadas indo de acordo com a literatura, assim como ocorreu com o grupo do extrato, onde todas as bactérias apresentaram sensibilidade bacteriostática e bactericida, variando de acordo com a concentração utilizada e a cepa. Todas as bactérias foram isoladas do ambiente comum, sem a desinfecção prévia da área, o que indica contaminação do ambiente, onde os bioativos presentes no extrato têm real potencial para ocupar esse nicho de mercado, como verificado por Araújo (*et al.*, 2018), Soares (*et al.*, 2020), Silva (*et al.*, 2023) e Gama (*et al.*, 2023).

A avaliação da eficiência do PA se baseia em diversos estudos que ratificaram sua aplicabilidade sobre muitos microrganismos gram-negativos e positivos. A ação sobre ambas as classes já está amplamente relatada como descrito por, Soares (*et al.*, 2020) em um de seus trabalhos, onde relata a inibição das bactérias *S. aureus* e *P. aeruginosa* quando testado na superfície das glândulas mamárias de cabras em lactação. Já Silva (*et al.*, 2023) relataram a ação contra *Staphylococcus spp* e *Corynebacterium spp*, bactérias com grande potencial para desencadear mastite em bovinos. Gama (*et al.*, 2023) relatam com testes *in vivo* a inibição de cepas de *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* e *Pseudomonas aeruginosa*. Outro PA testado foi o de *Dimocarpus longan*, onde os autores observaram a inibição de bactérias gram-positivas, como *S. aureus*, *S. epidermidis* e *S. mutans*, e gram-negativas, como *E. coli*, *P. aeruginosa* e *Salmonella spp* (Chukeatirote; Jentai, 2018).

Algumas das bactérias relatadas no presente estudo, também fazem parte do catálogo bacteriológico de inibição frente ao extrato, principalmente a *Escherichia coli* que teve sua inibição relatada por Soares (*et al.*, 2020). *Klebsiella sp* já foi relatada como agente desencadeantes de mastite (Alves *et al.*, 2023), infecções urinárias e respiratórias, isoladas ou associadas com outras enterobactérias. *Hafnia Alvei*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* e *Enterobacter cloacae* (Feijo *et al.*, 2022) são bactérias oportunistas e precisam do ambiente propício para o desenvolvimento, sendo frequentemente relacionadas a falhas no manejo sanitário.

A sensibilidade das bactérias gram-negativas ao extrato é justificada pela composição da parede celular em relação ao peptidoglicano das bactérias gram-positivas, permitindo maior contato com os compostos fenólicos, ocasionando assim a ruptura desta parede celular e

consequente lise dessa estrutura do microorganismo (ABAS *et al.*, 2018). Provavelmente, as propriedades antibacterianas e antifúngicas do vinagre de madeira de diferentes fontes não podem ser atribuídas a um único composto, mas a uma combinação de vários compostos (Yang *et al.*, 2016). A presença de altos teores de guaiacol e seus derivados, juntamente com outros fenóis e furfural, pode explicar a atividade antibacteriana e antifúngica do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus* clone GG100 (Araujo *et al.*, 2018).

Foram identificados 84 compostos químicos no extrato pirolenhoso de *Eucalyptus urograndis*, sendo o furfural e fenóis os compostos predominantes, representando 15,75 e 44,04%, respectivamente, da composição química total (Araújo *et al.*, 2018). Entre os fenóis, o principal composto é o guaiacol (2-metoxi-fenol), com concentrações de 16,31% e siringol (2,6-dimetoxi-fenol). O guaiacol é usado medicinalmente como expectorante, antisséptico e anestésico local e o fenol tem algum valor terapêutico como fungicida. Os cresóis (o, m e p-cresol ou 2, 3 e 4-metil-fenol) são usados como antisséptico local, parasiticida, desinfetante e antisséptico intestinal (Merck Index, 2013). Já o furfural (2-furaldeído) tem uma sólida eficácia inibitória sobre vários tipos de microrganismos (Pimenta *et al.*, 2018).

Compostos importantes, como a ciclopentanona e alguns fenóis presentes como o xilenol, o siringol e seus derivados, são apenas agentes aromatizantes. O veratrol é um agente antisséptico derivado do guaiacol, e também está presente na composição do extrato, porém em menor quantidade. Os produtos naturais de furfural geralmente podem justificar a ação em microrganismos *E. coli*, *C. albicans* e *S. aureus*, reafirmando o potencial dos PA de fontes lignocelulósicas variadas como agentes antimicrobianos (Yang *et al.* 2020).

Os ácidos acético, propiônico e butanóico também podem ser encontrados na composição do extrato pirolenhoso de *Eucalyptus* sp. (Pimenta *et al.* 2018). Esses ácidos orgânicos presentes no extrato desempenham um papel essencial contra microrganismos patogênicos, e sua aplicação remonta a vários anos com diversos tipos de avaliações (Gómez *et al.*, 2019; Peh *et al.*, 2020; Rossi *et al.*, 2021).

O emprego do ácido acético controlou com eficiência a ação de bactérias formadoras de biofilme isoladas de pacientes com lesões por queimaduras (Halstead *et al.*, 2015). Outros estudos relatam a eficiência do ácido acético como agente antimicrobiano em diversas aplicações, inclusive como conservante de alimentos e controle da mastite bovina (Fraise *et al.*, 2013; Wali e Abed, 2019; Pangprasit *et al.*, 2020). Da mesma forma, o ácido propiônico também desempenha um papel vital no controle microbiano como agente individual e modulador (Haque *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2014; El-Adawy *et al.*, 2018). No entanto, no caso de diferentes tipos de extratos pirolenhos e seus derivados da carbonização de outras matérias-primas

lignocelulósicas, seu efeito biológico não se deve apenas à presença de ácidos orgânicos, mas, acima de tudo, a uma presença sinérgica de ácidos orgânicos, compostos fenólicos e furfural (Setiawati *et al.*, 2019; Suresh *et al.*, 2019; Suresh *et al.*, 2020).

O efeito combinado dos ácidos orgânicos pode aumentar a ação inibitória de alguns microrganismos (Wu *et al.*, 2017). Essa ação foi descrita por Peh (*et al.*, 2020) quando observaram que a presença de compostos fenólicos é uma característica que explica as propriedades antimicrobianas dos pirolenhosos de diferentes fontes (Li *et al.*, 2019). Esses compostos são agentes antimicrobianos comprovados por vários pesquisadores na literatura (Tyagi *et al.*, 2015; JANG *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2021). A capacidade do extrato pirolenhoso foi verificada no controle de biofilmes bacterianos (Ariffin *et al.*, 2017; Macé *et al.*, 2017; Nassima *et al.*, 2019).

7 CONCLUSÃO

Com base no discutido acima o Extrato Pirolenhoso de *Eucalyptus urograndis*. demonstrou sua eficácia na ação bacteriostática e bactericida frente a bactérias gram negativas isoladas em instalações para caprinos, com destaque na ação frente a *Klebsiella sp* e *Enterobacter cloacae*, deixando evidente seu potencial para ser empregado como base na produção de agentes desinfetantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAS, F.; ZAKARIA, Z.; ANI, F. (2018). Antimicrobial Properties of Optimized Microwave-assisted Pyrolygneous Acid from Oil Palm Fiber. **Journal Of Applied Pharmaceutical Science**, [S.L.], v. 8, n. 7, p. 65-71, jul. 2018.
- ALBUQUERQUE, J.S. de. Produção de carvão vegetal: desafios e oportunidades. **Inflor**, 2019. Disponível em: <https://inflor.com/pt-br/blog/producao-de-carvao-vegetal-desafios-e-oportunidades/>
- ALVES, CARLOS ROBERTO. Utilização de frações de alcatrão vegetal na síntese de resinas fenólicas para substituição parcial de fenol e formaldeído. Embrapa Florestas. 2003. 91 f. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Paraná, Curitiba.
- ANDRADE, M. C. de. **Áreas de domínio da pecuária extensiva e semi-intensiva na Bahia e Norte de Minas Gerais**. Recife: SUDENE, 1982. 497p. (Brasil. SUDENE. Estudos Regionais, 7).
- AMORIM, V. da S. S. de; MONTEIRO, K. M. S.; SOUSA, G. O.; DAMASCENA, J.F.; PEREIRA, J. A.; MORAES, W. dos S. Os benefícios ambientais do plantio de eucalipto: revisão de literatura. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 11, p. 1-20, 2 set. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19604>. Acesso em: 29 set. 2023.
- AQUINO, R.S. de; LEMOS, C. G. de; ALENCAR, C. A.; SILVA, E. G. da; LIMA, R. da S.; GOMES, J. A. F.; SILVA, A.F. da. A realidade da caprinocultura e ovinocultura no semiárido brasileiro: um retrato do sertão do araripe, pernambuco. **Pubvet, Pernambuco**, v. 10, n. 4, p. 271-281, abr. 2016. Editora MV Valero. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v10n4.271-281>. Acesso em: 23 set. 2023.
- ARAÚJO, E. De S. Potencial antibacteriano e antifúngico do extrato pirolenhoso. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias - UAECIA. Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais, Macaíba, RN, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/25557/1/PotencialAntibacterianoAntif%C3%BAngico_Araujo_2018.pdf. Acesso em: 23 set. 2023.
- ARIFFIN, S. J. AND YAHAYU, M. AND EL ENSHASY, H. AND MALEK, R. A. AND AZIZ, A. A. AND HASHIM, N. M. AND ZAKARIA, Z. A. Optimization of pyrolygneous acid production from palm kernel shell and its potential antibacterial and antibiofilm activities. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 55, n. 7, p. 427-435, 2017. ISSN 0019-5189
- ARRUDA, T.P.M.D; PIMENTA, A.S; VITAL, B.R ; LUCIA, R.M.D.; ACOSTA, F.C. Evalution of two carbonization routines in rectangular kilns. **Rev. Árvore**, v. 35, n. 4, p. 949-955, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000500020>. Acesso em: 12 out. 2023.
- BACH, A. T.; VIEIRA, E. L.; ROSA, P. P.; VIANA, C.; HOFFMANN, F.; FERNANDES, R.A. A.; MACAGNAN, R.; OLIVEIRA, N. S. Eficácia do uso de desinfetantes no manejo de

ordenha de vacas leiteiras no controle da mastite e seus agentes infecciosos: revisão bibliográfica. **Revista Científica Rural**, v. 21, p. 188-204, 2019.

BIOLCHI, JULIANO.; PEDRASSANI, DANIELA. Parasitas Gastrointestinais em ovinos criados na região do planalto norte catarinense. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 21, n. 2, p. 143-151, 2019.

BORLINGHAUS J, ALBRECHT F, GRUHLKE MCH, NWACHUKWU ID, SLUSARENKO AJ. ALLICIN. Chemistry and Biological Properties. **Molecules**, v. 19, n. 8, p.12591-12618, 2014.

BORTOLUZZI, M. M.; SCHMITT, V.; MAZUR, C. E. Effect of herbal medical plants on anxiety: a brief review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 1-20, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1504>. Acesso em: 15 set. 2023.

BOUARAB, C. L.; DEGRAEVE, P.; FERHOUT, H.; BOUAJILA, J.; OULAHAL, N. Planta Polifenóis antimicrobianos como potenciais conservantes naturais de alimentos. **Journal Science**, v. 4, n. 99, p. 1457-1474, 2019.

BRITO, J. A. L.; SOUSA, F. G. Práticas de manejo para ovinos e caprinos. Viçosa - MG: UFV, IPPDS, 2021. Disponível em: <https://bibliotecasemiarios.ufv.br/jspui/handle/123456789/84>. Acesso em: 21 out. 2023.

BROOKER, IAN & KLEINIG, DAVID. Field guide to eucalypts / M.I.H. Brooker and D.A. Kleinig. Melbourne : **Bloomings Books**, v.1, n. 1, p. 1-17, 1999. Disponível em: <https://nla.gov.au/nla.cat-vn538716>. Acesso em: 23 set. 2023.

BROOKER, M. I. H.; KLEINIG, D. A. Field guide to Eucalyptus, 2 ed., v. 3, **Melbourne**, Australia: Bloomings Books, 2004.

BRANDÃO, M. G. L. Plantas Medicinais e Fitoterapia. Faculdade de Farmácia da UFMG, 113p. Belo Horizonte. 2003.

BRANDÃO, Luiz Eduardo Mateus. Avaliação dos efeitos do extrato de Passiflora cincinnata Masters em camundongos: efeito na ansiedade e potencial neuroprotetor. 2015. 70f. **Dissertação** (Mestrado em Psicobiologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

CARNEIRO, F. M., SILVA, M. J. P., BORGES, L., LALBERNAZ, L. C., COSTA, J. A. Tendências dos Estudos com Plantas Medicinais no Brasil. **Revista Sapiência: sociedades, saberes e práticas educacionais**, v. 3, n. 2, p. 44-75, 2014.

CARNEIRO, DE CÁSSIA OLIVEIRA A., VITAL, B. R., CASTRO, A. F. N. M., DOS SANTOS, R. C., CASTRO, R. V. O., & PINHEIRO, M. A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de Anadenanthera peregrina e Eucalyptus grandis. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 767–775, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400018>. Acesso em: 12 out. 2023.

CASTRO, M. R.; FIGUEIREDO, F. F. Saberes tradicionais, biodiversidade, práticas integrativas e complementares: o uso de plantas MEDICINAIS NO SUS. Hygeia - **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 15, n. 31, p. 56–70, 2019. DOI: 10.14393/ Hygeia 153146605. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/46605>. Acesso em: 14 set. 2023.

CAMPOS, A. D. Informação Técnica sobre Extrato Pirolenhoso. Circular Técnica 177 Embrapa, 2018. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2018. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1092513>. Acesso em: 23 set. 2023.

CAMPOS A. D. Técnicas para Produção de Extrato Pirolenhoso para Uso Agrícola. Circular Técnica 65 - **Embrapa**, 2007

COSTA, J. C.; MARINHO, M. G. V. Etnobotânica de plantas medicinais em duas comunidades do município de Picuí, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 125-134, 2016. DOI 10.1590/1983-084x/15_071

CRUZ, G. R. B.; BARROS, J. R. L. DE; SANTOS, D. G. DOS; LIMA, A. M. DE; SILVA, A. C. R. DA. Aspectos sanitários na produção de caprinos e ovinos de produtores familiares no semiárido paraibano. **Revista Conexão UEPG**, v. 15, n. 2, 2019 Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514162119001>. Acesso em 13 out. 2023.

CHIAMENTI, L.; FRATTA, L. X. S.; PICOLI, S. U.; KREUTZ, O. C.; MORISSO, F. D. P.; MOURA, A. B. D. Ação antibacteriana do licor pirolenhoso sobre coliformes. **Revista Conhecimento Online**, [S. l.], v. 2, n.1, p. 47–54, 2016. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/376>. Acesso em: 20 set. 2023.

CHAREHGANI, HABIBALLAH. Effect of wood vinegar, humic acid and Effective Microorganisms against Meloidogyne javanica on tomato. **Plant Pathology Science**, v.9, n.1, p. 73-84, 2020.

CHUKEATIROTE E AND JENJAI N. Antimicrobial activity of wood vinegar from Dimocarpus longan. **Environ. Asia**, v. 11, n. 3, p. 161-169, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14456/ea.2018.4.5>. Acesso em: 20 set. 2023.

CHUKEATIROTE, E., JENTAI, N. Antimicrobial activity of wood vinegar from Dimocarpus longan. **Environmentasia**, v. 11, n. 3, p. 161–169, 2018.

SILVEIRA, C. M. Influência do extrato pirolenhoso no desenvolvimento e crescimento de plantas de milho. 2010. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 2010.

SILVA B.A.; FEIJÓ, F.M.C.; ALVES, N.D.; PIMENTA, A.S.; BENICIO, L.D.M.; SILVA, J. E.C.; SANTOS, C.S.; PEREIRA, A.F.; MOURA, Y.B.F.; GAMA, G.S.P.; NETO, E.S.L. Use of a product based on wood vinegar of Eucalyptus clone I144 used in the control of bovine mastitis. **Vet Microbiol.** v.1, n. 1, 2023.

DE SOUZA ARAÚJO, E., PIMENTA, A.S., FEIJÓ, F.M.C., CASTRO, R.V.O., FASCIOTTI, M., MONTEIRO, T.V.C. AND DE LIMA, K.M.G. Antibacterial and antifungal activities of pyroligneous acid from wood of *Eucalyptus urograndis* and *Mimosa tenuiflora*. **J Appl Microbiol**, v. 1, n. 4, p. 85-96, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jam.13626>. Acesso em: 20 set. 2023.

DESVITA, HERA. MUHAMMAD FAISAL. MAHIDIN, SUHENDRAYATNA, Antimicrobial potential of wood vinegar from cocoa pod shells (*Theobroma cacao* L.) against *Candida albicans* and *Aspergillus niger*, *Materials Today: Proceedings*, Volume 63, Supplement 1, 2022, Pages S210-S213, ISSN 2214-7853. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322010811>. Acesso em: 20 set. 2023.

DIAS, A.F. J.R.; ANDRADE, C.R.; PROTÁSIO, T.P.; MELO, I.C.N.A.; BRITO, J.O.; TRUGILHO, P.F. Pirólise e subprodutos da madeira de espécies do semiárido brasileiro. **Sci for**, v. 46, n. 117, p. 65-75, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v46n117.06>. Acesso em: 21 out. 2023.

DIAS, W. da S.; DUARTE CABRAL, A. M.; ALBURQUERQUE, H. J. O.; FREIRE, N.T. L.; OLIVEIRA A.H.; VIEIRA, Dos S. M. V. Comercialização e consumo de produtos da caprinovinocultura na cidade de belém do são francisco – pe. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 4, n. 3, 2023. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/2905>. Acesso em: 4 set. 2023.

DISTASI, L.C. Plantas medicinais: verdades e mentiras, o que os usuários e os profissionais de saúde precisam saber. In: *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. São Paulo: UNESP, 2. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade. 133p, 2007.

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: **IBGE** 2020.

MAES D.; OPSOMER G.. Lameness and claw lesions in sows, cows and small ruminants. *Livest. Sci.* v. 1, n. 3, p. 1-13,

MARIAN NACZK, FEREIDOON SHAHIDI, Extraction and analysis of phenolics in food, *Journal of Chromatography A*, Volume 1054, Issues 1–2, 2004, Pages 95-111, ISSN 0021-9673, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967304014098>

MAHMUD, K.N. & YAHAYU, MAIZATULAKMAL & SARIP, S.H.MD & RIZAN, N.H. & MIN, C.B. & MUSTAFA, N.F. & SULAIMAN, NGADIRAN & UJANG, S. & ZAKARIA, ZAINUL. (2016). Evaluation on efficiency of pyroligneous acid from palm kernel shell as antifungal and solid pineapple biomass as antibacterial and plant growth promoter. 45. 1423-1434.

PEREIRA, HELENA & MIRANDA, ISABEL & GOMINHO, JORGE & TAVARES, FATIMA & QUILHÓ, TERESA & GRAÇA, JOSÉ & RODRIGUES, JOSE & SHATALOV, ANATOLY & KNAPIC, SOFIA. (2010). Qualidade tecnológica do eucalipto (*Eucalyptus globulus*)..

PESENTI, MARIANE CAROLINA. Caracterização química do extrato pirolenhoso obtido a partir de *Eucalyptus grandis* e testes alelopáticos da fração destilada. 2021. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

RETORE, M.; CORREA, E. B. Principais doenças diagnosticadas nos rebanhos ovinos de Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos (INFOTECA-E), 2015.

R. P. VIEIRA, J. B. MOKOCHINSKI, L. C. PALMA, V. G. LIDOINO, M. R. T. HALASZ, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO EXTRATO PIROLENHOSO ORIUNDO DA CARBONIZAÇÃO, XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Blucher Chemical Engineering Proceedings, Volume 1, 2015, Pages 14894-14901, ISSN 2359-1757, <http://dx.doi.org/10.1016/chemeng-cobeq2014-0450-25442-180041www.proceedings.blucher.com.br/article-details/caracterizacao-qumica-do-extrato-pirolenhoso-oriundo-da-carbonizacao-18508>

SARTORI, C.J., MOTA, G.S., MIRANDA, I., MORI, F.A., & PEREIRA, H. (2018). Tannin extraction and characterization of polar extracts from the barks of two *Eucalyptus urophylla* hybrids. BioResources.

SANTOS JUNIOR, D.A. et al. Etiologia E Sensibilidade Antimicrobiana In Vitro De Bactérias Isoladas De Cabras Com Mastite No Sertão E Cariri Paraibano. Cienc. anim. bras., Goiânia, v.20, 1-11, e-44848, 2019. DOI: 10.1590/1089-6891v20e-44848

SENA, M. M. F. de; ANDRADE, A. M. de; THODE FILHO, S.; SANTOS, F. R. dos; PEREIRA, L. F. POTENTIAL OF THE EXTRACT PIROLENHOSO: INTRODUCTORY CHARACTERIZATION OF PRACTICE. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [S. l.], v. 18, p. 41–44, 2014. DOI: 10.5902/2236117013808. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/13808>. Acesso em: 20 sep. 2023.

SOUZA, JL, ALVES, T., CAMERINI, L., NEDEL, F., CAMPOS, AD, LUND, RG, 2021. Capacidade antimicrobiana e citotóxica de filmes de extratos pirolenhosos de *Eucalyptus grandis* e quitosana para aplicações orais. ciência Rep., v. 11, n.1, p. 1–10, 2021.

SURESH G, PAKDEL H, ROUSSI T, BRAR SK, FLISS I, ROY C. In vitro evaluation of antimicrobial efficacy of pyrolygneous acid from softwood mixture. Biotechnol. Res. Innov., v. 3, n. 1, p. 47-53, 2019.

SCARPINELLA, GUSTAVO D'ALMEIDA. Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto. 2002. Dissertação (Mestrado em Energia) - Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: 10.11606/D.86.2002.tde-12042010-112054. Acesso em: 13 out. 2023.

STENIUS, P., GULLICHSEN, J., & PAULAPURO, H. (Eds.) (2000). Papermaking Science and Technology, Book 3.Forest Products Chemistry. Fapet Oy.

SCHNITZER JA, SU MJ, VENTURA MU, FARIA RT DE. Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. Rev Ceres. 2015;62(1):101-106. doi:10.1590/0034-737X201562010013

FREIRE, C. S. R.; Compostos orgânicos de baixo peso molecular de *Eucalyptus globulus*:

comportamento durante o cozimento Kraft da madeira e branqueamento da pasta celulósica. Tese de doutorado, Universidade de Aveiro, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/19083>. Acesso em: 13 out. 2023.

FORTES, GILMARA APARECIDA CORRÊA. Isolamento, identificação, atividade antioxidante e variabilidade temporal de compostos fenólicos de folhas de *Eucalyptus microcorys* F. Muell. 2016. 103 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6347>. Acesso em: 13 out. 2023.

FROTA, G.A.; SANTOS, J.M.L.; VASCONCELOS, J.F. et al. Alteração da frequência alélica de dois loci do gene codificante para o isotipo 1 da beta-tubulina de *Haemonchus contortus* frente a exposição a Ivermectina. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS, 2017, Sobral. Anais... Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, p.52-53, 2017

GAMA GSP, PIMENTA AS, FEIJÓ FMC, SANTOS CS, FERNANDES BCC, DE OLIVEIRA MF, DE SOUZA EC, MONTEIRO TVC, FASCIOTTI M, DE AZEVEDO TKB, DE MELO RR, JÚNIOR AFD. Antimicrobial activity and chemical profile of wood vinegar from eucalyptus (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* - clone I144) and bamboo (*Bambusa vulgaris*). *World J Microbiol Biotechnol*. 2023 May 8;39(7):186. doi: 10.1007/s11274-023-03628-x. PMID: 37150799.

GÓMEZ-GARCÍA M, SOL C, DE NOVA PJG, et al. Antimicrobial activity of a selection of organic acids, their salts and essential oils against swine enteropathogenic bacteria. *Porcine Health Manag*. 2019;5:32. Published 2019 Dec 27. doi:10.1186/s40813-019-0139-4

GUIMARÃES FILHO, C. Consolidação da cadeia produtiva da carne caprina e ovina - tecnologias na produção e organização. *Revista Científica de Produção Animal*, [S. l.], v. 19, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rcpa/article/view/42891>. Acesso em: 4 set. 2023.

GUTIÉRREZ A, ROMERO J, DEL RIO JC. Lipophilic extractives in process waters during manufacturing of totally chlorine free kraft pulp from eucalypt wood. *Chemosphere*. 2001 Aug;44(5):1237-42. doi: 10.1016/s0045-6535(00)00271-x. PMID: 11513413.

GULLICHSEN, J. ; PAULAPURO, H. / *Papermaking Science and Technology* (series of 19 books).Book 3.Forest Products Chemistry. Jyväskylä : Fapet Oy, 2000. 350 p.

GRATTAPAGLIA D, KIRST M. *Eucalyptus* applied genomics: from gene sequences to breeding tools. *New Phytol*. 2008;179(4):911-929. doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02503.x. Epub 2008 Jun 5. PMID: 18537893.

SURESH ,GAYATRI; HOOSHANG PAKDEL; TAREK ROUISSI, SATINDER KAUR BRAR, ISMAIL FLISS, CHRISTIAN ROY, In vitro evaluation of antimicrobial efficacy of pyroligneous acid from softwood mixture, *Biotechnology Research and Innovation*, Volume 3, Issue 1, 2019, Pages 47-53, ISSN 2452-072. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452072118301229>. Acesso em: 13 out. 2023.

GROSSL, MARIA ISABEL. Poliartrite Séptica em Caprino: Relato de caso. Trabalho de Conclusão de Curso. Santa Catarina, Curitibanos, 19 de dezembro de 2022.

HURTADO-FERNÁNDEZ E, GÓMEZ-ROMERO M, CARRASCO-PANCORBO A, FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ A. Application and potential of capillary electrophoresis methods to determine antioxidant phenolic compounds from plant food material. *J Pharm Biomed Anal.* 2010;53(5):1130-1160. doi:10.1016/j.jpba.2010.07.028

H. RIZZO, N.C. GAETA, R.A. COELHO, et al. 2022. Susceptibilidade a antimicrobianos de bactérias isoladas de leite caprino em Sergipe - Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae.* 50: 1868.

IBÁ (2021) Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2022. Brasília, DF, Brasil. (Acessado em 16 de setembro de 2023) Disponível em <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Tabela 3939: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 5 set. 2023.

LAVABRE, M. Aromaterapia: a cura pelos óleos essenciais. 5ed. Rio de Janeiro: Nova Era, 2001.

LEITE, J. P. V.; RIBEIRO, A. Q.; TAGLIATI, C. A.; FÉRES, C. A. O.; VIGO, C. L. S.; MOURA, C. S.; MARTINS, E. R.; BRAGA, F. C.; ROCHA, L. M.; FIGUEIREDO, L. S.; FERREIRA, L. A.; MARQUES, L. C.; VENTRELLA, M. C.; VIEIRA, M. F. Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas. Atheneu, 344p. São Paulo. 2009. ISBN 857379237X

LI, RUIBO & NARITA, RYO & NISHIMURA, HIROSHI & MARUMOTO, SHINSUKE & YAMAMOTO, SEIJI & OUDA, RYOTA & YATAGAI, MITSUYOSHI & FUJITA, TAKASHI & WATANABE, TAKASHI. (2017). Antiviral Activity of Phenolic Derivatives in Pyrolytic Acid from Hardwood, Softwood, and Bamboo. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering.* 6. 10.1021/acssuschemeng.7b01265.

LUCENA, C. C., MARTINS, E. C., MAGALHÃES, K. A., MENDES, M. E. P., & HOLANDA FILHO, Z. F. (2019). Pesquisa da Pecuária Municipal 2018: análise dos rebanhos caprinos e ovinos. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. Sobral, Embrapa Caprinos e Ovinos.

MACÍAS FA, MEJÍAS FJ, MOLINILLO JM. Recent advances in allelopathy for weed control: from knowledge to applications. *Pest Manag Sci.* 2019;75(9):2413-2436. doi:10.1002/ps.5355

MACÉ S, TRUELSTRUP HANSEN L, RUPASINGHE HPV. Anti-Bacterial Activity of Phenolic Compounds against *Streptococcus pyogenes*. *Medicines.* 2017; 4(2):25. <https://doi.org/10.3390/medicines4020025>

MACKAY, EVELYN. Septic Arthritis in Goats: professional version. 2022. DVM, Texas A & M University; MSD MANUAL Veterinary Manual. Disponível em: <https://www.msdsmanual.com/musculoskeletal-system/lameness-in-goats/septic-arthritis-in-goats>. Acesso em: 04 set. 2023.

MOTA, I.; P. C. R. PINTO; C. NOVO; G. SOUSA; O. GUERREIRO; A. GUERRA; M. F. DUARTE; AND A. E. RODRIGUES. Eucalyptus globulus bark as a source of polyphenolic compounds with biological activity. **O Papel**, São Paulo, v. 74, n. 1, p. 57-64, 2013.

MAGALHÃES, K. ARAGÃO *et al.* Pesquisa Pecuária Municipal 2017: efetivo dos rebanhos caprinos e ovinos. Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2018. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1098631>

MONTEIRO, MAICON GONÇALVES; BRISOLA, MARLON VINÍCIUS; VIEIRA FILHO, JOSÉ EUSTÁQUIO RIBEIRO. TD 2660 - Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Caprinos e Ovinos no Brasil. Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-31, 10 jun. 2021. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada - IPEA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/td2660>. Acesso: 21 out. 2023.

MONTEIRO, N. F.; LIMA, H. M. R.; SILVA, F. L. da.; SOUSA, F. das C. A.; SILVA, W. C. da.; REIS, L. C. de M.; PIMENTEL, A. de C. C. ; FURTADO, D. R. ; RODRIGUES, A. C. E.; RODRIGUES, R. P. de S. ; ALVES, A. M. M. ; RODRIGUES, J. P. P. ; MONTEIRO, A. L. Activity of Eucalyptus Globulus essential oil in the control of bacteria in the oral cavity. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 14, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20091>. Acesso em: 16 set. 2023.

MORAIS, S.; MORAIS, L.; NASCIMENTO, E.; DE MELO, D. Análise da madeira de Pinus oocarpa parte I: Estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, v. 29, n. 10, 2005.

MEDEIROS, ANNA JACINTA DANTAS. Aspectos tecnológicos e sociais do potencial antimicrobianas de plantas do semiárido sobre cepas bacterianas isoladas de caprinos. -- Mossoró, RN; 2013. 118f.: il. **Dissertação**, Pós-Graduação em Ambiente Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

MESQUITA, FERNANDO LUCAS TORRES DE. Cadernos do Semiáridos riquezas e oportunidades: caprinos e ovinos. Recife: Ufrpe, 2020. 66 p. 14 v. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco.

MESQUITA, F. L. T. de. Caprinos e ovinos vol. 1. Cadernos do Semiárido riquezas e oportunidades. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco.. v.14, n.1. Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, 2020.

THE MERCK INDEX: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals 15th edition 2013

MIRANDA, LARISSA NARA NASCIMENTO DE. Quantificação de compostos fenólicos em diferentes compartimentos arbóreos de um híbrido de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla./ Larissa Nara Nascimento de Miranda – 2021. 41f.: il. Instituto Federal de Minas Gerais. Campus São João Evangelista, 2021.

NASSIMA, B.; NASSIMA, B.; RIADH, K. Antimicrobial and antibiofilm activities of phenolic compounds extracted from Populus nigra and Populus alba buds (Algeria). Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, [S. l.], v. 55, p. e18114, 2019. DOI: 10.1590/s2175-

97902019000218114. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjps/article/view/164813>. Acesso em: 30 sep. 2023.

NETO, G. G.; PASA, M. C. ESTUDO ETNOBOTÂNICO EM UMA ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE ACORIZAL, MATO GROSSO. FLOVET - Flora, Vegetação e **Etnobotânica**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/flovet/article/view/653>. Acesso em: 14 set. 2023.

E. DE SOUZA ARAÚJO, A.S. PIMENTA, F.M.C. FEIJÓ, R.V.O. CASTRO, M. FASCIOTTI, T.V.C. MONTEIRO, K.M.G. DE LIMA, Antibacterial and antifungal activities of pyroligneous acid from wood of Eucalyptus urograndis and Mimosa tenuiflora. **Journal of Applied Microbiology**, v. 124, n. 1, p. 85–96, 2018.

DE MEIRA, A.M., Nolasco, A.M., Klingenberg, D. et al. Insights into the reuse of urban forestry wood waste for charcoal production. **Clean Techn Environ Policy**, v.2, n. 3, p. 2777–2787, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02181-1>. Acesso em: 21 out. 2023.

PIMENTA AS, FASCIOTTI M, MONTEIRO TVC, LIMA KMG. Chemical Composition of Pyroligneous Acid Obtained from Eucalyptus GG100 Clone. **Molecules**, v. 23, n.2, p. 426, 2018.

PIWOWARSKA, NATALIA & GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, JULIA. Extraction of antioxidants from forestry biomass: Kinetics and optimization of extraction conditions. **Biomass and Bioenergy**, v. 43, n. 1, p. 42–51, 2012.

PEH E, KITTLER S, REICH F, KEHRENBURG C. Antimicrobial activity of organic acids against Campylobacter spp. and development of combinations—A synergistic effect? **PLoS ONE**, v. 15, n. 9, p. 1-10, 2020.

RAJAMOHAN, N.; RAJASIMMAN, M.; RAJAN, R.; VISWANATHAN, S.; Kinetic and thermodynamic studies on the removal of Aluminum by modified Eucalyptus camaldulensis barks, **Alexandria Engineering Journal**, v. 53, n. 2, p. 409-415, 2014.

RETORE, M; CORREA, E. B. Principais doenças diagnosticadas nos rebanhos ovinos de Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos (INFOTECA-E), 2015.

VIEIRA, J. B.; MOKOCHINSKI, L.C.; PALMA, V.G. LIDOINO, M.R.T.; HALASZ, R. Caracterização química do extrato pirolenhoso oriundo da carbonização, **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Blucher Chemical ENGINEERING PROCEEDINGS, v. 1, p.14894-14901, 2015.

RODRIGUES, R. G. Hemograma e dosagens séricas de alguns eletrólitos, hormônios e proteínas cabras parda alpinas e mestiças parda alpinas x boer submetidas ao estresse pelo calor. 2003. **Dissertação** (mestrado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2003, 79p.

ROBERTO, FRANCISCA FERNANDA DA SILVA.; JUNIOR, VALDI LIMA.; GURGEL, ANTONIO LEANDRO CHAVES. Avaliação de resistência e suscetibilidade a nematódeos gastrintestinais em ovelha a pasto. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, n. 1, 2018.

ROSSI B, ESTEBAN MA, GARCÍA-BELTRAN JM, GIOVAGNONI G, CUESTA A, PIVA A, GRILLI E. Antimicrobial Power of Organic Acids and Nature-Identical Compounds against Two *Vibrio* spp.: An In Vitro Study. **Microorganisms**, v. 9, n. 5, p. 966- 976, 2021. Disponível: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9050966>. Acesso: 21 out. 2023.

SANTOS, W. de S.; ALBUQUERQUE, H. J. O.; ALBUQUERQUE, H. O.; CABRAL, A. M. D.; FERREIRA, F. F. da S.; SANTOS, E. S. S.; NASCIMENTO, M. I. de S. S.; SANTOS, G. C. de L. Diagnóstico da cadeia produtiva de caprinos e ovinos no Brasil e na Região Nordeste. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 21283–21303, 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/57106>. Acesso em: 5 set. 2023.

SANTOS, D.L.; MORAES, J.S.; ARAUJO, Z.T. DE S.; SILVA, I.R. da.; Saberes tradicionais sobre plantas medicinais na conservação da biodiversidade amazônica Resumo. **Ciências em foco**, v. 12, n. 1, p. 86–95, 2019.

SANTIAGO, S. B.; GONÇALVES, F. G.; LELIS, R. C. C.; SEGUNDINHO, P. G. de A.; PAES, J. B.; ARANTES, M. D. C.. Colagem de madeira de eucalipto com adesivos naturais. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 1-12, 18 out. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620180003.0485>. Acesso: 21 out. 2023.

SIMÕES, S. V. D. Diagnóstico, tratamento e prevenção das principais enfermidades de caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, **Ciênc. anim.**, v. 20, n.1, p. 1-10, 2019.

SARTORI, C. J.; MOTA, G. S.; FERREIRA, J.; MIRANDA, I. MORI. F. A.; PEREIRA, H. Chemical characterization of the bark of *Eucalyptus urophylla* hybrids in view of their valorization in biorefineries. *Holzforschung*, Berlin, v. 70, n. 9, p. 819-828, 2016.

SARTORI, C., MOTA, G., MIRANDA, I., MORI, F., PEREIRA, H. Tannin extraction and characterization of polar extracts from the barks of two *Eucalyptus urophylla* hybrids. **BioRes.**, v. 13, n. 3, p. 4820-4831, 2018.

SARTORI, C.; MOTA, GRACIENE, D.A.; MORI, F.; MIRANDA, I.; QUILHÓ, T.; PEREIRA, H. Bark characterization of a commercial *Eucalyptus urophylla* hybrid clone in view of its potential use as a biorefinery raw material. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 12, n.1, p. 1-20, 2022.

SANTOS, D. L. .; MORAES, J. S. .; ARAÚJO, Z. T. de S. .; DA SILVA, I. R. . Saberes tradicionais sobre plantas medicinais na conservação da biodiversidade amazônica. **Ciências em Foco**, Campinas, SP, v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9894>. Acesso em: 15 set. 2023.

SOARES, W.N.C.; LIRA, G.P.O.; SANTOS, C.S.; DIAS, G.N.; PIMENTA, A.S.; PEREIRA, A.F.; BENÍCIO, L.D.M.; RODRIGUES, G.S.O.; AMORA, S.S.A.; ALVES, N.D.; FEIJÓ,

F.M.C. Ácido pirolenhoso de *Mimosa tenuiflora* e *Eucalyptus urograndis* como antimicrobiano em cabras leiteiras. **J Appl Micro- biol**, v. 131, n. 2, p. 604-614, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jam.14977>. Acesso em: 21 out. 2023.

SILVA, I. C. S.; BRITO, D. R. B.; SOARES, E. D. S.; BRITO, A. M. V.; COELHO, A. P.; PINHEIRO, A. A. Caracterização zootécnica e econômica dos criadores de caprinos em área de assentamento rural no estado do maranhão. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2891>. Acesso em: 8 set. 2023.

FONSECA AM DA, BIZERRA AMC, SOUZA JSN DE, et al. Constituents and antioxidant activity of two varieties of coconut water (*Cocos nucifera* L.). **Rev bras farmacogn**, v. 19, n. 1, p. 193-198, 2009.

F.T.M. SILVA, C.H. ATAÍDE, Valorization of eucalyptus urograndis wood via carbonization: Product yields and characterization, **Energy**, v. 172, n. 1, p. 509-516, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219301756>. Acesso em: 13 out. 2023.

SOARES, W.N.C., LIRA, G.P.O., SANTOS, C.S., DIAS, G.N., PIMENTA, A.S., PEREIRA, A.F., BENÍCIO, L.D.M., RODRIGUES, G.S.O., AMORA, S.S.A., ALVES, N.D. AND FEIJÓ, F.M.C. Pyroligneous acid from *Mimosa tenuiflora* and *Eucalyptus urograndis* as an antimicrobial in dairy goats. **J Appl Microbiol**, v. 131, n. 1, p. 604-614, 2021.

SALEHI B, ZAKARIA ZA, GYAWALI R, IBRAHIM SA, RAJKOVIC J, SHINWARI ZK, KHAN T, SHARIFI-RAD J, OZLEYEN A, TURKDONMEZ E, et al. Piper Species: A Comprehensive **Review on Their Phytochemistry, Biological Activities and Applications**. **Molecules**, v. 24, n. 7, p. 1364, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules24071364>. Acesso em: 21 out. 2023.

JANG J.Y.; SHIN, H.; LIM, J.W.; AHN, J.H.; JO, Y.H. Comparison of antibacterial activity and phenolic constituents of bark, lignum, leaves and fruit of *Rhus verniciflua*. **PLOS ONE**, v. 13, n. 7, 2018.

JESUS, M.S. Mass and Energy Balance on Pyrolysis of Eucalyptus Wood in Industrial Scale. Master 's Thesis, Universidade Federal de Lavras, **Lavras**, Brazil, 2016; p. 89.

JOLY, A. B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 12ed. São Paulo: **Companhia Editora Nacional**, 1998.

JOHN, L. Biodiversidade também é uma questão de educação. In: BENSUSAN, N. et al. (Org.). Biodiversidade: para comer, vestir ou passar no cabelo? Para mudar o mundo! São Paulo: **Peirópolis**, v.1, n.1, p. 397-406, 2006.

SOUZA, J. L.; SANTOS D.E.; VICTORIA, B. DA S.; GUIMARÃES, A. D.; CAMPOS, R. G. L. Antimicrobial potential of pyroligneous extracts – a systematic review and technological prospecting, **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, n. 1, p. 128-139, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.07.001>. Acesso em: 21 out. 2023.

- LIMA, M.A., LAVORENTE, G.B., DA SILVA, H.K. et al. Effects of pretreatment on morphology, chemical composition and enzymatic digestibility of eucalyptus bark: a potentially valuable source of fermentable sugars for biofuel production – part 1. **Biotechnol Biofuels**, v. 6, n. 75, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-75>. Acesso em: 21 out. 2023.
- VÁZQUEZ, G.; GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, J.; SANTOS, J.; FREIRE, M.; ANTORRENA, G. Evaluation of potential applications for chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n.1, p. 364-370, 2009.
- YANG J-F, YANG C-H, LIANG M-T, GAO Z-J, WU Y-W, CHUANG L-Y. Chemical Composition, Antioxidant, and Antibacterial Activity of Wood Vinegar from Litchi chinensis. **Molecules**, v. 21, n. 9, p. 1150, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules21091150>. Acesso em: 21 out. 2023.
- YANG P, LU H, WANG Q, ET AL. Chemical Composition and Antimicrobial Activities of the Essential Oil From the Leaves of *Pterocarpus hookeri*. **Natural Product Communications**, v. 15, n. 12, 2020.
- TIILIKKALA, KARI & FAGERNÄS, LEENA & TIILIKKALA, JASSE. History and Use of Wood Pyrolysis Liquids as Biocide and Plant Protection Product. **The Open Agriculture Journal**, v. 4, n.1, p. 111-118, 2010.
- TRUGILHO, P. F. et al. Avaliação de clones de Eucalyptus para produção de carvão vegetal. **CERNE, Lavras**, v. 7, n. 2, p. 104-114, 2001. 16-Sep-2015. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/14894>. Acesso em: 13 out. 2023.
- TYAGI, B.; DUBEY, A. VERMA, A. K.; TIWARI, S. Antibacterial activity of phenolics compounds against pathogenic bacteria. **Revista Res.**, Texas, v. 35, n.1, p. 16-18, 2015.
- WARNKE, P.H.; BECKER, S.T.; PODSCHUN R, S. S.; SPRINGER, I.N.; RUSSO, P.A.; WILTFANG, J.; FICKENSCHER, H.; SHERRY, E. The battle against multi-resistant strains: Renaissance of antimicrobial essential oils as a promising force to fight hospital-acquired infections. **J Craniomaxillofac Surg.**, v. 37, n. 7, p. 394-397, 2009.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION(WHO). **Antimicrobial resistance**, Fact sheet 194.WHO; 17 nov 2021[acessado em 16 setembro 2023]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/3>. Acesso em: 13 out. 2023.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION(WHO). **World antimicrobial awareness Week**. WHO, 18-24 nov 2020; (acessado em 16 setembro 2023). Disponível em: <https://www.who.int/campaigns/world-antimicrobial-awareness-week/2020>. Acesso em: 13 out. 2023.
- WU, H., WU, L., ZHU, Q. et al. The role of organic acids on microbial deterioration in the *Radix pseudostellariae* rhizosphere under continuous monoculture regimes. **Sci Rep.**, v. 7, n.1, p. 3497, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03793-8>. Acesso em: 21 out. 2023.