

**ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO AQUOSO E ALCOÓLICO DE
Morinda citrifolia L. POR INFUSÃO E DECOCTO***

Mateus Henrique dos Santos Diniz**
Nágilla Daliane Feliciano***
Pedro Henrique Ferreira Tomé ****
Nilvanira Donizete Tebaldi*****
Edson José Fragiorge (Orientador)*****

RESUMO

O uso de compostos secundários de plantas *in vitro* e *in vivo* podem inibir o crescimento de micro-organismos, sendo uma opção no controle biológico de bactérias patogênicas de hortaliças. O objetivo deste trabalho foi analisar a atividade antibacteriana *in vitro* de extrato alcoólico e aquoso do fruto noni por infusão e decocção. O trabalho foi realizado nos Laboratórios de Físico-química e Microbiologia do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia. Para caracterização, física e físico-química foram analisados frutos em diferentes estádios de maturação coletados no *Campus* Uberlândia. A extração dos extratos líquidos foi realizada de acordo com a Farmacopéia Brasileira (2010). O teste de Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi conduzida pela técnica de difusão em disco conforme à M100-S24 (CLSI, 2014). O ensaio foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente casualizado com 8 tratamentos (3 concentrações de extratos de noni (75,0%; 50,0% e 25,0%), 4 antibióticos comerciais e 1 controle negativo), com 3 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais, para cada bactéria avaliada, sendo sete Gram-negativas: *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076), *Escherichia coli* (ATCC 11229) *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047), *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (UFU-B7);

*Trabalho registrado na Coordenação de Pesquisa do IFTM (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia), Edital 15 de 2016 – PIBIC- FAPEMIG.

**Graduando em Engenharia Agrônoma – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM – *Campus* Uberlândia. E-mail: mateussdiniz1@gmail.com

***Bióloga, Doutora em Parasitologia e Imunologia – Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Laboratorista do Departamento de Microbiologia do IFTM – *Campus* Uberlândia – Rodovia Municipal Joaquim Ferreira, Fazenda Sobradinho. s/n. Zona Rural Cx. Postal 1020 – CEP 38400-970, Uberlândia – MG. E-mail: nagilla@iftm.edu.br

****Engenheiro Agrícola, Doutor em Ciências dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras – UFLA. Professor do Departamento de Bioquímica dos Alimentos do IFTM – *Campus* Uberlândia. E-mail: pedrotome@iftm.edu.br

*****Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia e Bacteriologia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Professora do Setor Fitopatologia da UFU (Universidade Federal de Uberlândia) *Campus* Umuarama, Av. Amazonas s/n. CEP 38.405-302, Uberlândia – MG. E-mail: nilvanira.tebaldi@ufu.br

Pseudomonas syringae pv. *lacrymans* (UFU B34); *Pectobacterium* spp. (UFU C8); *Pantoea ananatis* (UFU D14) e uma Gram-positiva: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). Não houve ação antimicrobiana do extrato etanólico e aquoso do fruto noni em nenhuma das concentrações e tratamentos testados.

Palavras-chave: Compostos secundários; Compostos bioativos; Controle biológico.

1 INTRODUÇÃO

O efeito inibidor de extratos e óleos essenciais de plantas sobre o crescimento microbiano têm sido descrito, indicando uma alternativa no controle químico de pragas (VENTUROSO et al., 2011).

A preferência do consumidor por compostos naturais vem abrindo um novo nicho de mercado, onde sua utilização e aplicação estão em diversos setores econômicos, como em produtos de higiene pessoal, cosméticos, entre outros (MILLEZI et al., 2014).

Apesar de ser muito usado na Ásia, há mais de 2000 anos, o fruto noni (*Morinda citrifolia* L.) é pouco conhecido no Brasil. Sua introdução deu-se há poucos anos e, ainda, não há material propagativo suficiente para o cultivo em escala comercial. A nomeação botânica do gênero é merecida à união das palavras latinas *Morus* (amora) e *indicus* (Índia), dada pela semelhança ao fruto de *Morus alba* L.. Pertence à família Rubiaceae, possuindo a arquitetura de copa similar ao sistema radicular, podendo atingir na sua fase adulta de 3 a 10 m de altura e mantém-se enfolhada o ano todo. A origem do material ou seu local de cultivo podem influenciar no aspecto da planta, apresentando-se com copa típica ou na forma de arbusto (VEIGA et al., 2005).

As plantas possuem vários elementos ativos terapêuticos que demonstram diversas influências medicinais. Experiências de laboratório *in vitro* e *in vivo* com o suco, extrato ou compostos isolados do noni analisados por pesquisadores e profissionais da área médica mostram que o fruto pode conceder incentivos à saúde (CORREIA, 2010).

O efeito medicinal da fruta pode ser oriundo de certos elementos presentes no fruto, como antraquinonas, substâncias antioxidantes, além da Proxeronina, precursora do alcalóide xeronina que ativa as enzimas catalisadoras do metabolismo celular (SILVA et al., 2013).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação Teórica

De origem asiática, o noni é uma espécie da família Rubiaceae, sendo um arbusto, podendo medir de 3 a 10 metros de altura, além disso, é bastante precoce e após ter iniciado a fase de produção de frutos segue-se constante, produzindo o ano inteiro (VEIGA et al., 2005).

No meio às suas peculiaridades, o noni se destaca aos mais diversos cenários climatológicos e estresses ambientais, se desenvolve tanto em florestas de solos férteis, como em áreas de baixa fertilidade em terras arenosas e em solos poucos profundos e rochosos (CORREIA, 2010).

A polpa do fruto noni apresenta elevada firmeza no estágio verde e maior massa fresca no estágio de maturação intermediário (SILVA et al., 2009).

A polpa do noni é creme e gordurosa, possui sabor e aroma não muito agradáveis, lembrando o queijo maturado. Podendo possuir mais de 100 sementes por fruto, dispendo forma triangular a alongada, marrons e medem entre 3 e 10 mm de comprimento. Conforme Correia (2010) o fruto traz 90% de água e os elementos predominantes da matéria seca, podendo ser sólidos solúveis, fibras alimentares e proteínas. Em quantidades significativas obtém os hidratos de carbono, integram proporções variáveis de sacarose, frutose e glicose. O índice de proteína do fruto é 11,3% da matéria seca a partir do suco e os aminoácidos essenciais são o ácido aspártico, ácido glutâmico e isoleucina. Elevada porcentagem de minerais, 8,4% da matéria seca, sendo observados altos índices de potássio, enxofre, cálcio e fósforo. As principais vitaminas encontradas no fruto são o ácido ascórbico e provitamina A.

Experimentos recentes têm comprovado o conhecimento popular do uso do noni para prevenção e cura de algumas enfermidades, principalmente no combate a dores, tumores, inflamações, hipertensão, fadiga, entre outros (SILVA et al., 2009; DAVID; PASA, 2015).

Atualmente existe grande preocupação com a qualidade de vida e a saúde, aumentando assim os cuidados com os alimentos consumidos. Desde então, percebe-se o crescente interesse nos alimentos que apresentam substâncias funcionais, ou seja, são componentes que auxiliam o bom funcionamento do organismo, de modo a promover a saúde. Estes componentes ou substâncias podem estar presentes naturalmente nos alimentos ou podem ser adicionados aos produtos industrializados (MENEZES; DURRANT, 2008; ALVIM, 2015).

2.1.1 Propriedade antimicrobiana

Relatos foram feitos de que o extrato do fruto e outras partes vegetais do noni inibem o crescimento de certas bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus morgani*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Pseudomonas aeruginosa* e *Streptococcus pyogenes*. Têm-se atribuído a característica antimicrobiana observada à presença de compostos fenólicos, por exemplo, acubin, L-asperuloside, alizarina, escopoletina e outras antraquinonas (ATKINSON, 1956; LOCHER et al., 1995; SILVEIRA et al., 2011).

Ulloa et al. (2015) verificaram efeito antimicrobiano do suco do fruto noni sobre bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras durante o armazenamento de manga Haden minimamente processada.

A atividade antituberculosa do noni foi descrita por Saludes et al. (2002). Estes autores analisaram a eficiência de impossibilitar o aumento da *Mycobacterium tuberculosis* em 89-95% na fração hexano do extrato de noni.

Diversos experimentos têm demonstrado que o efeito antimicrobiano é dependente do estágio de maturação e do processamento do fruto, sendo maior no estágio maduro e sem secagem (MACPHERSON et al., 2007).

2.1.2 Propriedade anticancerígena

O potencial preventivo e medicinal contra Sarcoma 180 foi investigado por Furusawa et al. (2003) usando uma substância rica em polissacarídeos denominada noni-ppt retirada da *M. citrifolia*. Os resultados mostraram que a atividade antitumoral de noni-ppt causou a cura em 25% a 45% dos camundongos alogênicos e que esta atividade foi possível junto com inibidores específicos de macrófagos (2-cloroadenosine), células T (ciclosporina) ou células natural killer.

Os efeitos imunomodulatórios do suco de noni tem ação moderadora de tumores, incentivando o sistema imunológico e contribuindo na prevenção dos estágios iniciais do carcinoma peritoneal de Lewis (HIRAZUMI et al., 1996; HIRAZUMI et., 1999), e da formação de adutos de DNA (WANG; SU et al., 2001) e na atividade recombinogênica (FRANCHI et al., 2013).

2.1.3 Propriedade antioxidante

Zin et al., (2002) analisaram a propriedade antioxidante dos extratos das raízes, folhas e frutos da *M. citrifolia*. Os dados finais dos experimentos mostram que extratos não polares das três partes da planta comprovam haver alta atividade antioxidante quando comparados com antioxidantes clássicos como o α -tocoferol e di-terc-butilmetil-fenol (BHT). Além disso, analisaram o extrato acetato de etila da fruta noni, verificando que o mesmo, proporciona impedimento da oxidação lipídica comparável, se equiparando com a α -tocoferol e butil-hidroxitolueno.

SU et al. (2001), seguindo uma metodologia própria, isolaram 19 compostos da planta e analisaram no quesito de atividade antioxidante. Deste total, oito compostos evidenciaram possuir forte atividade antioxidante: narcissoside, borrhieriagenin, cytidine, deacetylasperuloside, dehydromethoxygaertneroside, epi-dihydrocornin, methyl α -D-fructofuranoside e methyl β -D-fructofuranoside.

Franchi et al. (2013) em estudos com *Drosophila melanogaster*, demonstraram que o suco do fruto de noni apresenta efeito antioxidante com correlação dose-dependente.

2.1.4 Propriedade anti-inflamatória

SU et al., (2001) analisaram que o suco de noni comercial tem uma condição de inibir seletivamente algumas enzimas cicloxigenase (COX-1 e COX-2) envolvidas em atividade anti-inflamatórias na mama, cólon e pulmão. A condição de inibir a atividade destas enzimas pelo suco de noni foi relacionada com outros anti-inflamatórios habituais não esteroidais, como aspirina, indometacina e um inibidor seletivo da COX-2, o celecoxibe. Os efeitos finais confirmam que a condição de inibir da COX-2 do suco comercial é equiparado com a do celecoxibe e sem efeitos colaterais.

2.1.5 Propriedade analgésica

Experimentos analisaram as atividades analgésicas de um suco comercial em ratos. Os dados finais comprovaram impactos em ratos alimentados com 10% e 20% de suco de noni tiveram maior tolerância à dor (162% e 212%, respectivamente) relacionado com o grupo placebo (WANG et al., 2002).

2.2 Material e Métodos

Os frutos do noni foram coletados no município de Uberlândia, região do Triângulo Mineiro (18° 55' 8" S, 48° 16' 37" W, com altitude: 850 m). A coleta foi feita manualmente, três vezes por semana, em junho de 2017, na parte mediana da copa de 2 plantas e transportado em sacos “stomacher” dentro de caixas isotérmicas (5,0 °C ±0,5 °C), com gelo reutilizável rígido Gelo-x (Termogel[®]) ao Laboratório de Análises físico-químicas e microbiológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) – *Campus* Uberlândia e imediatamente utilizados. Os frutos que apresentavam injúrias nas superfícies e com partes atacadas por insetos e suas larvas foram descartados. Os frutos inteiros foram submetidos a uma lavagem com água corrente e sanitizados, utilizando hipoclorito de sódio (QBOA[®] L. AGPB001 a 200,0 mg mL⁻¹ por 15 minutos de contato, seguido de tríplex enxágue em água destilada estéril (CRUZ; CARVALHO, 2002).

2.2.1 Caracterização dos frutos

A avaliação macroscópica do conjunto do material revelou homogeneidade quanto aos aspectos cor e volume. Assim, para caracterização física e físico-química dos frutos utilizados nos experimentos, foram feitas análises com 7 frutos aleatórios encontrados em diferentes estádios, sendo eles verdes, entre maduros e maduros.

Os parâmetros avaliados foram, massa (g) em balança analítica (Shimadzu[®] AUY220), densidade corrigida a 20,0 °C (g mL⁻¹), aos diâmetros transversal e longitudinal (cm), com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo[®] 500-196-30B), sólidos solúveis totais (°Brix), determinado por refratometria direta (refratômetro portátil Optech[®] RCZ 0-32); acidez total titulável, obtida por meio da titulação de 5 g de polpa homogeneizada e diluída para 200 mL de água destilada e também em uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) Vetec[®] – Lote: DCBC5171, 0,1 N, pelo método potenciométrico, obtendo-se pH no intervalo de 8,0 a 8,2; pH, medido no extrato da polpa homogeneizada, utilizando-se o potenciômetro de bancada digital (PG 2000 Gehaka[®]), relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável (SS/AT) e condutividade elétrica a 20,0 °C em Condutivímetro (Diag Tech[®] AD310), expressa em $\mu\text{S cm}^{-1}$ (IAL, 2008).

O volume foi determinado pelo volume de água deslocado pelo fruto, o qual foi medido com proveta graduada de 250 mL, conforme o estágio de desenvolvimento do fruto, e os resultados foram expressos em mm³, segundo metodologia de Moraes (2004).

Avaliação instrumental da cor para a coloração da casca foi determinada pelo método instrumental de leitura em ponto único, superfície horizontal, em triplicata, utilizando-se o espectrofotômetro portátil Konica Minolta® Chroma Meter CR400. O equipamento foi programado para executar leituras considerando o observador-padrão 2° e o iluminante D65 (correspondente à luz do dia) padronizados pela Commission Internationale de L'Éclairage em 1931. Os valores de L* (Luminosidade), a*, b*, C* (Croma ou Saturação da Cor) e °h (Ângulo Hue, ou seja, Tonalidade ou Matiz) foram mensurados e o espaço de cor adotado para a interpretação dos resultados foi o CIELAB (Minolta, 1994).

2.2.2 Preparo do Extrato

Para obtenção do extrato por infusão aquosa, foi adicionado em um copo de Griffin de 250 mL, 5,0 g da amostra em 200 mL de água, obtida por osmose reversa. A solução foi homogeneizada e mantida à 80 °C ± 1 °C, por 15 minutos e protegida da luz. Após, o líquido resultante foi filtrado em papel de filtro qualitativo com gramatura de 80 g m², Nalgon®, em Erlenmeyer de 250 mL. Estes procedimentos foram feitos, nas mesmas condições, na obtenção do extrato por infusão etanólica a 96 °GL. Para obtenção do extrato por decocção aquosa e etanólica a 96 °GL, realizou-se a metodologia descrita anteriormente para extração por infusão. No entanto, as soluções após serem homogeneizadas foram mantidas em banho-maria, em ebulição, por 15 minutos e protegidas da luz, Figura 1 (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

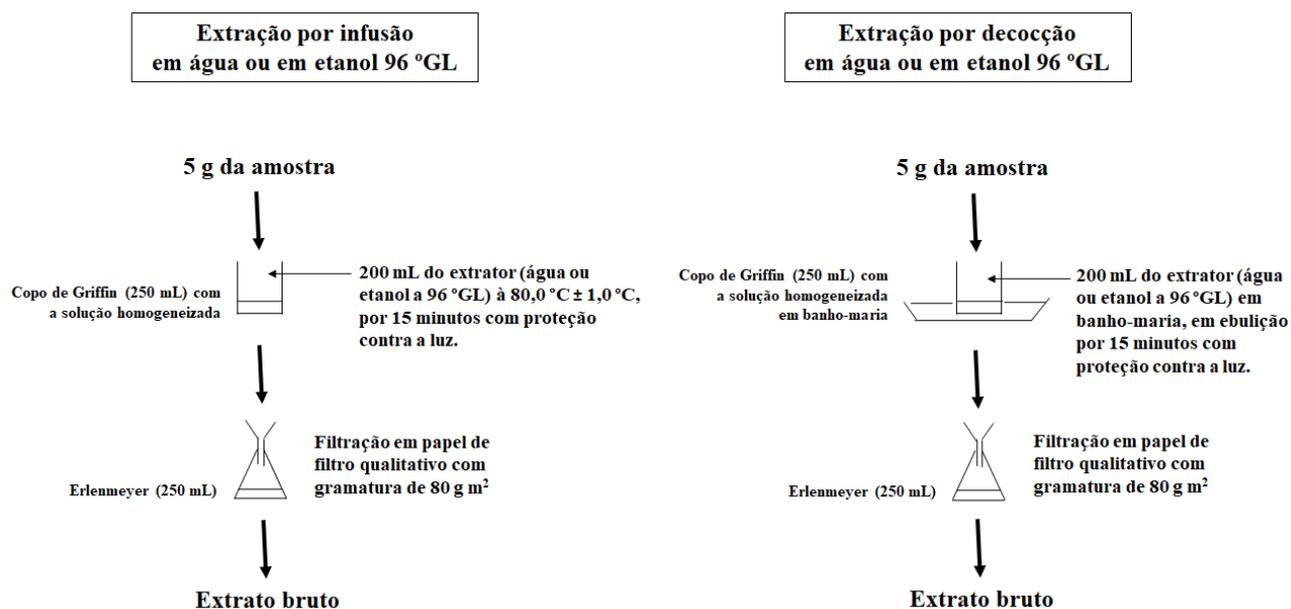


Figura 1. Fluxograma de obtenção dos extratos brutos do fruto do noni, por extração sequencial por infusão e decocto em água ou etanol 96 °GL.

Fonte: Próprio autor.

2.2.3 Rendimento do extrato

Utilizando copos de Griffin de massa conhecida, foi determinado o teor de sólidos a partir dos extratos. Foram levadas à secura total em estufa a 60,0 °C, resultando no teor de sólidos totais em 200 mL do solvente extrator ($\text{g } 200 \text{ mL}^{-1}$), igualado a massa dos extratos secos nos copos de Griffin pela diferença dos copos de Griffin vazios, de acordo com a Farmacopéia Brasileira (2010).

2.2.4 Análise microbiológica

As bactérias Gram-negativas utilizadas, *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076), *Escherichia coli* (ATCC 11229) *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047), *Xanthomonas campestris* PV. *campestris* (UFU-B7); *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU B34); *Pectobacterium* spp. (UFU C8); *Pantoea ananatis* (UFU D14), sendo as três primeiras com expressão na área de alimentos e as demais na área agrícola. A linhagem Gram-positiva, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), classicamente veiculada por alimentos, foi incluída nos testes.

As bactérias foram cultivadas em ágar BHI (Brain Heart Infusion Agar) (DIFCO®), a 28,0 °C, durante um período de 24 a 48 horas, dependendo do gênero bacteriano. Os cultivos foram suspensos em solução salina estéril a 0,85% (m/v), até turvação correspondente à escala

0,5 de McFarland, ajustando-se assim, a uma densidade da suspensão com cerca de $1,5 \times 10^8$ UFC mL⁻¹ (Unidades Formadoras de Colônia por mL), sendo ativadas especificamente para este estudo. A concentração, viabilidade e a pureza do inóculo foram avaliadas por semeadura de 100 µL da suspensão pelo método de inundação em placas de PCA. Após a incubação a 37 °C, placas invertidas, por 24 horas, foram quantificadas as UFC mL⁻¹ e observada a pureza dos cultivos.

2.2.4.1 Antibióticos comerciais

Os antibióticos comerciais que foram utilizados para controle positivo nas análises de antibiograma frente às Gram Positivas foram trimetropim (5µg) L. G2156, ciprofloxacina (5µg) L. H2781, oxacilina (1µg) L. E2586, vancomicina (30µg) L. G2700 e ampicilina (10µg) L. H2758 e para a Gram Negativa, foram testados trimetropim (5µg) L. G2156, amoxicilina (10µg) L. K2348, ciprofloxacina (5µg) L. H2781 e gentamicina (10µg) L. H2770. Todos os discos (6mm de diâmetro) são da marca Cefar[®] Sensifar.

2.2.4.2 Teste da Concentração Inibitória Mínima (CIM)

A determinação da CIM foi feita de acordo com a norma pertencente ao CLSI (Clinical and Laboratory Standard Institute), M100-S24 (CLSI, 2014). Estas são normas de aplicação global desenvolvida mediante o processo consensual do CLSI e adotada no Brasil pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

2.2.4.3 Teste de Difusão em disco

O teste de sensibilidade às bactérias (Antibiograma) foi realizado de acordo com o método de Difusão em Disco ou de Bauer-Kirby (1966). Sob condições estéreis, foi feita a aposição dos discos contendo 3 concentrações diferentes de extratos que foram definidas pelo resultado do CIM (Concentração Inibitória Mínima) no teste de macrodiluição, realizado anteriormente a este estudo. Em seguida, as placas foram invertidas e incubadas à 36,5 °C por 24 horas. Após este período, foram feitas medidas dos halos de inibição dos microorganismos frente à antibióticos comerciais e aos extratos diluídos do fruto noni.

2.2.5 Delineamento experimental

Para o teste da difusão em disco no ágar, foi utilizado um delineamento estatístico inteiramente casualizado (DIC) com 8 tratamentos (3 concentrações de extratos (75,0%;

50,0% e 25,0%), 4 antibióticos comerciais e 1 controle negativo), com 3 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Por não apresentar halos de inibição entre os extratos testados, não houve estudo de diferenças entre médias.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Características do fruto

A avaliação macroscópica do conjunto do material revelou homogeneidade quanto aos aspectos cor e volume. Assim, para caracterização físico-química dos frutos utilizados nos experimentos, foram feitas análises com 7 frutos aleatórios encontrados em diferentes estádios, sendo eles verdes, entre maduros e maduros e os valores dos parâmetros analisados foram expressos em média e desvio-padrão, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios obtidos das análises físico-químicas dos frutos de noni (*Morinda citrifolia*) que foram utilizados na elaboração do fermentado aquoso e alcoólico. Uberlândia-MG, 2017.

Análises físico-químicas	Média	Desvio Padrão
Massa (g)	164,14	± 21,41
Volume (mm ³)	153,14	± 28,73
Densidade (g mL ⁻¹) corrigida a 20,0 °C	1,11	± 0,28
Diâmetro Longitudinal (mm) (DL)	85,80	± 7,66
Diâmetro Transversal (mm) (DT)	50,30	± 8,99
DL/DT	1,70	± 0,85
°Brix (Sólidos Solúveis Totais) (SST)	9,00	± 0,0
-pH	4,51	± 0,1
Acidez total titulável em 110 ml (mEq L ⁻¹)	8,2	± 0,45
Condutividade Elétrica (µS cm ⁻¹) a 20,0 °C	5,77	± 0,0
L*	51,87	± 7,26
a*	-5,00	± 3,35
b*	21,62	± 8,25
Chroma	22,35	± 8,48
°h*	0,55	-
Cinzas % (m/m)	0,44	± 0,38

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Notas: L* – luminosidade; a* e b* são coordenadas do sistema CIELAB; °h – ângulo Hue (tonalidade).

Os frutos de noni apresentaram valores médios de massa (164,14 g); volume (153,14 mm³); Densidade corrigida 20,0 °C (1,11 g mL⁻¹); Diâmetro Longitudinal (85,80 mm) Diâmetro Transversal (50,30 mm); °Brix (teor de sólidos solúveis totais) com 9,00; pH 4,51, acidez total titulável em 110 mL 8,20 mEq L⁻¹; % cinzas 0,44 (m/m).

A relação diâmetro longitudinal/diâmetro transversal do fruto (DL/DT) indica o formato do fruto. Frutos ovalados ou piriformes possuem, relação DL/DT maior que 1 (GONZAGA NETO et al., 1991). Nesta pesquisa, obteve-se DL/DT médio no valor de 1,70, o que evidencia a característica arredondada do noni.

Chan-Blanco et al. (2007), Barros et al. (2008) e Silva et al. (2009) ao fazerem estudo dos teores de sólidos solúveis totais de noni, obtiveram valores de 7,3 °Brix, 8,4 °Brix e 10,3 °Brix, resultados similares aos obtidos neste trabalho, 9,0. Este índice quantifica indiretamente o teor de açúcar, não sendo totalmente exato, pois há presença de outras substâncias também dissolvidas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A respeito de analisar características de sabor, pode ser representada pelos índices de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT) e pela relação SS/AT, os frutos obtiveram valor de 1,10. Sendo este inferior do que amostrados em trabalhos por Barros et al. (2008) e Saboia et al. (2012) de 10,24 e 18,69. Visando a destinação para o comércio de frutas frescas esta relação elevada é desejada. Além disso, esta relação está ligada com o equilíbrio entre açúcares e ácidos presentes na fruta, justificando a importância desta indicação de sabor (ALMEIDA; DURIGAN, 2006).

Para produção de suco, os processadores utilizam os frutos colhidos no estágio entre maduro, já que os frutos tornam-se maduros rapidamente. Compõe os sucos, enzimas importantes na tecnologia de suco de frutas, como a adição de preparações enzimáticas comerciais, constituídas por pectinases, celulasas, hemicelulasas e amilases visando o amolecimento no processo permitindo a viabilização de seu uso (CORREIA, 2010).

Chan-Blanco et al. (2007) e Barros et al. (2008) obtiveram valores do pH dos frutos de noni, 4,0 e 3,85, respectivamente, resultados aproximados aos desse trabalho que foi de 4,51.

O teor de cinzas, observado foi de 0,44%, valor em torno do que foi relatado por West; Deng; Jensen (2011), de 0,54%.

Os frutos de noni, apresentaram valores médios para a^* foi -5,00, tendendo para o verde, enquanto que para a coordenada b^* o valor foi de 21,62, tendendo para o amarelo / laranja. O valor de h , que representa a tonalidade da cor, foi de 0,55, o que indica um ângulo baixo, indicando uma faixa de cor entre o amarelo e o vermelho, resultando em uma cor amarelo laranja (MINOLTA, 1994).

A coloração da casca do fruto irá ser influenciada com o estágio de maturação, como foi analisada por Beltrão et al. (2014) sendo que frutos no início do estágio de maturação

possuem casca verde, frutos entre maduros possuem casca com pigmentos verde amarelado e frutos maduros dispõem da casca amarela.

2.3.2 Teste de difusão em disco

Os resultados dos halos de inibição utilizando antibióticos comerciais e pelos extratos de noni por infusão alcóolica (Tabelas 2 e 3), por infusão aquosa (Tabelas 4 e 5), por decocção alcóolica (Tabelas 6 e 7) e decocção aquosa (Tabelas 8 e 9) para as bactérias de interesse na área alimentar e agrícola, estão apresentados abaixo.

Tabela 2. Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área de alimentos, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por infusão etanólica diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 11229)	<i>Salmonella enteritidis</i> (ATCC 13076)	<i>Enterobacter aerogenes</i> (ATCC 13047)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)
Gentamicina (10 µg)	18,0	18,0	22,0	*
Ciprofloxacina (5 µg)	30,0	31,32	27,32	*
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	30,66	28,0	31,32	28,66
Ampicilina (10 µg)	26,38	30,2	26,6	10,66
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	22,58
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	27,94
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 3: Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área agrícola, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por infusão etanólica diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (UFU-B7)	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lacrymans</i> (UFU-B34)	<i>Pectobacterium</i> spp. (UFU-C8)	<i>Pantoea ananatis</i> (UFU-D14)
Gentamicina (10 µg)	21,224	0,0	16,66	24,24
Ciprofloxacina (5 µg)	22,20	0,0	28,66	37,48
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	42,5	0,0	28,0	37,7
Ampicilina (10 µg)	34,18	0,0	17,0	29,12
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	*
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	*
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 4. Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área de alimentos, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por infusão aquosa diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 11229)	<i>Salmonella enteritidis</i> (ATCC 13076)	<i>Enterobacter aerogenes</i> (ATCC 13047)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)
Gentamicina (10 µg)	20,78	23,96	24,26	*
Ciprofloxacina (5 µg)	37,5	37,64	34,14	*
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	36,42	36,3	37,22	39,7
Ampicilina (10 µg)	25,16	28,04	25,72	29,02
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	22,58
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	27,94
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 5: Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área agrícola, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por infusão aquosa diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (UFU-B7)	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lacrymans</i> (UFU-B34)	<i>Pectobacterium</i> spp. (UFU-C8)	<i>Pantoea ananatis</i> (UFU-D14)
Gentamicina (10 µg)	21,44	0,0	19,62	24,3
Ciprofloxacina (5 µg)	22,2	0,0	32,32	37,42
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	42,5	0,0	28,0	37,7
Ampicilina (10 µg)	34,18	0,0	17,6	25,12
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	*
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	*
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 6: Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área de alimentos, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por decocção etanólica diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 11229)	<i>Salmonella enteritidis</i> (ATCC 13076)	<i>Enterobacter aerogenes</i> (ATCC 13047)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)
Gentamicina (10 µg)	16,08	24,04	21,56	*
Ciprofloxacina (5 µg)	26,3	35,8	33,58	*
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	34,38	33,9	34,26	22,72
Ampicilina (10 µg)	27,12	32,02	28,22	22,42
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	21,06
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	16,04
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 7: Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área agrícola, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por decocção etanólica diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (UFU-B7)	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lacrymans</i> (UFU-B34)	<i>Pectobacterium</i> sp. (UFU-C8)	<i>Pantoea ananatis</i> (UFU-D14)
Gentamicina (10 µg)	18,18	0,0	18,66	25,62
Ciprofloxacina (5 µg)	20,16	0,0	38,38	38,02
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	43,42	0,0	28,32	39,9
Ampicilina (10 µg)	33,02	0,0	16,9	27,26
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	*
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	*
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 8: Halo de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área de alimentos, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por decocção aquosa diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 11229)	<i>Salmonella enteritidis</i> (ATCC 13076)	<i>Enterobacter aerogenes</i> (ATCC 13047)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)
Gentamicina (10 µg)	21,88	24,02	21,54	*
Ciprofloxacina (5 µg)	29,34	32,56	29,28	*
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	33,42	34,2	30,82	36,26
Ampicilina (10 µg)	26,88	32,48	25,98	20,96
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	19,08
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	20,36
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

Tabela 9: Halos de inibição (mm) de quatro bactérias de interesse na área agrícola, por diferentes antibióticos comerciais e extratos de noni por decocção aquosa diluídos.

Tratamentos	Halos de Inibição (mm)			
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (UFU-B7)	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lacrymans</i> (UFU-B34)	<i>Pectobacterium</i> spp. (UFU-C8)	<i>Pantoea ananatis</i> (UFU-D14)
Gentamicina (10 µg)	44,32	0,0	20,78	22,84
Ciprofloxacina (5 µg)	24,26	0,0	32,16	36,82
Amoxicilina (10 µg)	*	*	*	*
Trimetropin (5 µg)	41,58	0,0	26,92	35,52
Ampicilina (10 µg)	35,34	0,0	16,42	
Vancomicina (30 µg)	*	*	*	*
Oxacilina (1 µg)	*	*	*	*
Extrato 75,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 50,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Extrato 25,0%	0,0	0,0	0,0	0,0
Controle negativo	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Próprio autor.

Nota: *não utilizado.

As bactérias da família Enterobacteriaceae, *Escherichia coli* (ATCC 11229), *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) e *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047) são susceptíveis aos antibióticos gentamicina (10 µg), trimetropin (5 µg) e ampicilina (10 µg), para todos tratamentos, por apresentarem halos de inibição superiores à 15,0 mm, 16,0 mm e

17,0 mm, respectivamente, (Tabelas 2, 4, 6 e 8), segundo metodologia M100-S24 da Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2014).

As enterobactérias *Escherichia coli* (ATCC 11229), e *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047) são susceptíveis ao antibiótico ciprofloxacina (5 µg), para todos os tratamentos, por apresentarem zona inibitória superior à 21,0 mm para estas bactérias. As bactérias da cepa *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) também se mostraram susceptíveis, em todos os tratamentos, por apresentarem halos de inibição superiores à 31,0 mm, (Tabelas 2, 4, 6 e 8), segundo classificação preconizada pela metodologia M100-S24 da Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2014).

As bactérias da cepa *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) são susceptíveis ao antibiótico trimetropin (5 µg), para todos tratamentos, por apresentarem halos de inibição superiores à 16,0 mm, (Tabelas 2, 4, 6 e 8), de acordo com a classificação estabelecida pela metodologia M100-S24 da Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2014).

Para os antibióticos ampicilina (10 µg), vancomicina (30 µg) e oxacilina (1 µg), houveram formação de halos que mostram a ação inibitória da cepa *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), (Tabelas 2, 4, 6 e 8), no entanto, a metodologia M100-S24 da Clinical and Laboratory Standards Institute, não estabelece limites para classificação em Susceptível (S), Resistência Intermediária (RI) e Resistente (R) para esta bactéria e estes antibióticos (CLSI, 2014).

Quanto aos isolados bacterianos de interesse na área agrícola, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (UFU-B7), *Pectobacterium* spp. (UFU-C8) e *Pantoea ananatis* (UFU-D14), todos apresentaram inibição de crescimento aos antibióticos gentamicina (10 µg), ciprofloxacina (5 µg), trimetropin (5 µg) e ampicilina (10 µg), (Tabelas 3, 5, 7 e 9), porém, não foi possível suas classificações em (S), (RI) e (R) para estas bactérias e aos antibióticos utilizados, pois, a metodologia M100-S24 da Clinical and Laboratory Standards Institute, não estabelece limites para classificação, para estas bactérias (CLSI, 2014).

O isolado bacteriano *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU-B34), pode ser classificado como (R), pois, não houve formação de zonas inibitórias de crescimento aos antibióticos gentamicina (10 µg), ciprofloxacina (5 µg), trimetropin (5 µg) e ampicilina (10 µg), (Tabelas 3, 5, 7 e 9). O uso impróprio e excessivo dos antibióticos é um dos fatores que mais contribui para a resistência bacteriana (LIVERMORE, 2005).

Bactérias Gram-negativas associadas mais acentuadamente a problemas de resistência aos antibióticos, são àquelas pertencentes aos gênero *Pseudomonas*. São bactérias ambientais altamente disseminadas, que causam problemas significativos (HAWKEY, 2008).

As bactérias do gênero *Pseudomonas* apresentam resistência à maioria dos agentes β -lactâmicos, onde inclui a ampicilina e às fluoroquinolonas, classe do antibiótico ciprofloxacina (HAWKEY; JONES, 2009), corroborando assim para os resultados de ausência de formação de halo inibitório para *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU-B34).

Genes de resistência a antibióticos estavam presentes em níveis muito baixos antes da introdução de antibióticos e é principalmente a pressão seletiva do uso de antibióticos e a exposição resultante de bactérias, não apenas em humanos, mas, também em animais de companhia e alimentos e no ambiente, o que causou o aumento. A crescente mobilidade em todo o mundo de pessoas, alimentos e animais é outro fator (HAWKEY, 2008).

A cepa *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU-B34), testada neste estudo, apresentou crescimento ao redor dos discos dos antibióticos gentamicina (10 μ g) e trimetropin (5 μ g). Várias podem ser as causas da resistência deste isolado aos antibióticos utilizados, a transmissão de genes de resistência, por meio de materiais genéticos transponíveis, como os plasmídeos, transposões e integrões, entre diferentes espécies e gêneros bacterianos, sendo patógenos e não patógenos, em vários hospedeiros e no ambiente, incluindo o esterco, que se tornou um reservatório de bactérias resistentes e compostos antibióticos utilizados na pecuária (HEUER; SCHMITT; SMALLA, 2011).

Conforme as Tabelas 2 a 9, os extratos de noni, nas concentrações de 75,0%, 50,0% e 25,0, os métodos de extração e solventes extratores utilizados, não foram suficientes para inibir o crescimento das diferentes bactérias em meio de cultura, muito provavelmente em função de concentrações de cumarinas, saponinas, glicosídeos cardiogênicos, entre outros, insuficientes para desequilibrar as concentrações iônicas e desestabilizar a membrana celular (WEIR; PARK; VIVANCO, 2004; SCHENKEL; GOSMANN; ATHAYDE, 2001).

De acordo com Nostro et al. (2000), a baixa ação inibitória sobre as Gram-positivas e negativas, podem ser referentes as estruturas da parede celular que cada uma delas apresentam, ou seja, bactérias Gram-negativas possuem na formação da parede celular o peptidoglicano e demonstra uma camada mais inferior à membrana celular constituída por fosfolipídios, lipoproteína e lipopolissacarídeo que possuem a função de obstáculo, permitindo o bloqueio ou a passagem de substâncias. Já as bactérias Gram-positivas são mais

vulneráveis, pois expressa somente peptidoglicanos não fornecendo total função de obstáculo, sendo mais frágil comparando com as bactérias Gram-negativas.

Visando o objetivo de apresentar a atividade antibacteriana, podem ser aplicadas concentrações maiores das que foram usadas neste trabalho e/ou alterar os métodos de extração e/ou solventes extratores que podem apresentar a sua polaridade mais adaptada a *Morinda citrifolia* L.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação diâmetro longitudinal/diâmetro transversal (DL/DT) evidencia a característica arredondada do noni.

A relação de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT) (SS/AT), obtida, 1,10, indica frutos com destinação desejada para o comércio de frutas frescas e mostra que há equilíbrio entre açúcares e ácidos, justificando a importância desta indicação de sabor.

O pH dos frutos de noni provavelmente protege o fruto da ação de bactérias que geralmente são intolerantes a valores de pH ácido.

Os frutos de noni em estado de maduro dispõem da casca amarela.

O método da difusão em disco ou de Kirby-Bauer, representa um teste antibacteriano rápido, eficiente e reproduzível sendo excelente para ensaios que envolvam estudos de ação bactericida ou bacteriostático de compostos secundários.

Infusão alcoólica e aquosa e decocção alcoólica e aquosa são métodos eficientes de extração de compostos secundários presentes em frutos de noni.

A bactérias da família Enterobacteriaceae, *Escherichia coli* (ATCC 11229), *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) e *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047) são susceptíveis aos antibióticos gentamicina (10 µg), trimetropin (5 µg) e ampicilina (10 µg).

As enterobactérias *Escherichia coli* (ATCC 11229), e *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047) são susceptíveis ao antibiótico ciprofloxacina (5 µg). As bactérias da cepa *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) é também susceptíveis, em todos os tratamentos.

A bactéria *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) é susceptível ao antibiótico trimetropin (5 µg).

Os antibióticos ampicilina (10 µg), vancomicina (30 µg) e oxacilina (1 µg), mostram a ação inibitória da cepa *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), (Tabelas 2, 4, 6 e 8), no entanto, a metodologia M100-S24 da Clinical and Laboratory Standards Institute, não

estabelece limites para classificação em Susceptível (S), Resistência Intermediária (RI) e Resistente (R) para esta bactéria e estes antibióticos (CLSI, 2014).

Os isolados bacterianos de interesse na área agrícola, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (UFU-B7), *Pectobacterium* spp. (UFU-C8) e *Pantoea ananatis* (UFU-D14), são susceptíveis aos antibióticos gentamicina (10 µg), ciprofloxacina (5 µg), trimetropin (5 µg) e ampicilina (10 µg).

O isolado bacteriano *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU-B34), pode ser classificado como (R) aos antibióticos gentamicina (10 µg), ciprofloxacina (5 µg), trimetropin (5 µg) e ampicilina (10 µg).

A cepa *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU-B34), testada neste estudo, apresentou crescimento ao redor dos discos dos antibióticos gentamicina (10 µg) e trimetropin (5 µg).

Genes de resistência a antibióticos presentes nos plasmídeos, transposões e integrões, entre diferentes espécies e gêneros bacterianos, sendo patógenos e não patógenos formam um *pool* de bactérias resistentes à compostos antibióticos.

Nas condições em que foi realizado este experimento, o fruto noni (*Morinda citrifolia* L.), não apresentou ação antibacteriana.

Outros ensaios podem ser realizados a partir dos resultados deste trabalho, aplicando concentrações extratos maiores das que foram usadas e/ou alterar os métodos de extração e/ou solventes extratores que podem apresentar a sua polaridade mais adaptada a *Morinda citrifolia* L.

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE AQUEOUS AND ALCOHOLIC EXTRACT OF MORINDA CITRIFOLIA L. BY INFUSION AND DECOCT

ABSTRACT

The use of secondary compounds of plants *in vitro* and *in vivo* may inhibit the growth of micro-organisms, being an option in the biological control of pathogenic bacteria of vegetables. The aims of this work was to analyze the *in vitro* antibacterial activity of alcoholic and aqueous extract of the noni fruit by infusion and decoction. The work was carried out in the Laboratories of Physical Chemistry and Microbiology of the Federal Institute of the Triângulo Mineiro - Uberlândia *Campus*. For characterization, physical and physico-chemical analysis, fruits were analyzed in different stages of maturation collected in the Uberlândia

Campus. The extraction of liquid extracts was performed in accordance with the Brazilian Pharmacopoeia (2010). The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) test was conducted by the disk diffusion technique according to M100-S24 (CLSI, 2014). With regard to the agar diffusion test, a completely randomized statistical design was performed with 8 treatments (3 extracts concentrations (75.0%, 50.0% and 25.0%), 4 commercial antibiotics and 1 negative control), with 3 replicates, totaling 24 experimental plots, for each bacterium evaluated, being seven Gram-negatives: *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076), *Escherichia coli* (ATCC 11229) *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13047), *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (UFU-B7); *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans* (UFU B34); *Pectobacterium* spp. (UFU C8); *Pantoea ananatis* (UFU D14) and Gram-positive: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). There was no antimicrobial action of the ethanolic and aqueous extract of the noni fruit at any of the concentrations and treatments tested.

Keywords: Secondary compounds; Bioactive compounds; Biological control.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, N. Antibacterial substances from flowering plants. **The Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science**, v. 34, n. 1, 1956.

ALMEIDA, G. V. B. de; DURIGAN, J. F. Relação entre as características químicas e o valor dos pêssegos comercializados pelo sistema veiling frutas Holambra em Paranapanema-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 218-221, 2006.

ALVIM, I. D. Nanotecnologia: o futuro do setor alimentício? **Revista Aditivos e Ingredientes**, São Paulo, p. 7-9, 2015.

BARROS, S. P. N.; MAIA, G. A.; BRITO, E. S.; NETO, M. A. S.; SOUSA, J. A. Caracterização físico-química da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L). Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. **54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. Vitória/SE, 2008.

BELTRÃO, F.; SOUZA, K.; SILVA, J. Caracterização de noni (*Morinda citrifolia* L.). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2014.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLANT, F.; PÉREZ, A. M.; BELLEVILLE, M-P.; ZÚÑIGA, C.; BRAT, P. The ripening and aging of noni fruits (*Morinda citrifolia* L.): microbiological flora and antioxidant compound. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 1710-1716, 2007.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós- colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p. ISBN: 85.87692-27-5.

CLSI - Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fourth Informational Supplement**. CLSI document M100-S24. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2014.

CORREIA, A. A. S. **Maceração Enzimática da Polpa de Noni (*Morinda citrifolia* L.)**. 2010. 105f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae). **Acta Amazônica**, v. 3, p. 381-388, 2002.

DAVID, M. De; PASA, M. C. Plants in medical and ethnobotany in Varzea Grande, MT, Brazil. **Interações**, v. 16, n. 1, p. 97-108, 2015.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 5ª ed., v. 1, Brasília: ANVISA, 2010.

FRANCHI, L. P.; GUIMARÃES, N. N.; ANDRADE, L. R. de, ANDRADE, H. H. R. de; LEHMANN, M.; DIHL, R. R.; CUNHA, K. S. Antimutagenic and antirecombinagenic activities of noni fruit juice in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 85, n. 2, p. 585-594, 2007.

FURUSAWA, E.; HIRAZUMI, A.; STORY, S.; JENSEN, J. Antitumor potential of a polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) on sarcoma 180 ascites tumour in mice. **Phytotherapy Research**, v. 17, p. 1158-1164, 2003.

GONZAGA NETO, L.; PEDROSA, A. C.; BEZERRA J. E. F.; DANTAS, A. P.; SILVA H. M. Comportamento produtivo de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) no Vale do Rio Moxotó-Ibimirim-PE. III. Seleções para consumo ao natural do fruto, onze anos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n, 1, p. 17-24, 1991.

HAWKEY, P. M. The growing burden of antimicrobial resistance. **The Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 62, Suppl. 1:i1-9, 2008.

HAWKEY, P. M.; JONES, A. M. The changing epidemiology of resistance. **The Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 64, Suppl 1:i3-10, 2009.

HEUER, H.; SCHMITT, H.; SMALLA, K. Antibiotic resistance gene spread due to manure application on agricultural fields. **Current Opinion in Microbiology**, v. 14, n. 3, p. 236-243, 2011.

HIRAZUMI, A.; FURUSAWA, E.; CHOU, S. C.; HOKAMA, Y. Immunomodulation contributes to anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) fruit juice. **Proceedings of the Western Pharmacology Society**, v. 39, p.7-9, 1996.

HIRAZUMI, A.; FURUSAWA, E. An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with anti-tumor activity. **Phytotherapy Research**, v. 13, n. 5, p. 380-387, 1999.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4^a ed. São Paulo: coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, versão eletrônica de saúde pública, 2008. 103-114 p.

LIVERMORE, D. M. Minimising antibiotic resistance. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 5, n. 7, p. 450-459, Jul, 2005.

LOCHER, C. P.; BURCH, M. T.; MOWER, H. F.; BERESTECKY, J.; DAVIS, H.; VAN POEL, B.; LASURE, A.; VANDEN BERGHE, D. A.; VLIETINCK, A. J. Anti-microbial activity and anti-complement activity of extracts obtained from selected Hawaiian medicinal plants. **Journal Ethnopharmacology**., Limerick, v. 49, n. 1, p. 23-32, 1995.

MACPHERSON, H.; DANIELLS, J.; WEDDING, B.; DAVIS, C. **The Potential for a New Value Adding Industry for Noni Tropical Fruit Producers**. Australia: Rural Industries Research and Development Corporation, 2007. 55p.

MENEZES, C. R.; DURRANT, L. R. Xylooligosaccharides: production, applications and effects on human health. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 587-592, 2008.

MILLEZI, A. F.; BAPTISTA, N. N.; CAIXETA, D. S.; ROSSONI, D. F.; CARDOSO, M. G.; PICCOLI, R. H. Caracterização química e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** [online], v. 16, n. 1, p. 18-24, 2014.

MINOLTA. **Precise Color Communication: Color Control from Feeling to instrumentation**. Osaka: MINOLTA Co. Ltda., 1994. 49 p.

MORAIS, P. L. D.; FIGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Correlação entre variáveis de crescimento do fruto da mangueira Tommy Atkins. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 743-747, 2004.

NOSTRO, A.; GERMANÒ, M.P.; D'ANGELO, V.; MARINO, A.; CANNATELLI, M.A. Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. **Letters in Applied Microbiology**, v. 30, n. 5, p. 379-84, 2000.

SABOIA, F. S.; NASCIMENTO, N. P.; SOUZA, J. P.; SOUZA, M. R.; SOUZA, P. A. 2012. Caracterização nutricional de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Limoeiro do Norte (CE). In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Palmas-TO. Anais... Palmas-TO, 2012.

SALUDES, J. P.; GARSON, M. J.; FRANZBLAU, S. G.; AGUINALDO, A. M.
Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae).
Phytotherapy Research, v. 16, n. 7, p. 683-685, 2002.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. **Saponinas**. In: SIMÕES, C. M.;
SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R.
Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3ed. Porto Alegre: UFRGS/UFSC, 2001. p. 597-
619.

SILVA, L. R.; MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.;
SOUSA, J. A. Caracterização do fruto de noni (*Morinda citrifolia* L.). **Horticultura
Brasileira**, v. 27, p. S267-S271, 2009.

SILVA, L. R.; PONTES, C. A.; SOUSA, J. A.; SILVA, E. O. Calidad de la fruta del noni
(*Morinda citrifolia* L.) cultivado em Trairi-CE. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.
18, n. 1, p.100 - 108, 2013.

SILVEIRA, L. M. da S.; OLEA, R. S. G.; GONÇALVES, L. H. B.; SANTOS, P. F. dos.
Atividade antibacteriana de amostras de fruto do noni (*Morinda citrifolia* - Rubiaceae)
vendidas em feiras livres de São Luís, Maranhão. **Revista Saúde e Ciência**, v. 2, n. 1, p. 31-
37, 2011.

SU, C.; WANG, M. Y.; NOWICKI, D.; JENSEN, J.; ANDERSON, G. Selective COX-2
inhibition of *Morinda citrifolia* (Noni) *in vitro*. The proceedings of the Eicosanoids and other
Bioactive Lipids in Cancer, Inflammation and Related Disease. **Annals of The 7th Annual
Conference**, Tennessee, USA, 2001.

VEIGA, R. F. de A.; BARBOSA, W.; HIROCE, R.; MENÇAÇOLLI, S. L. J.;
TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. A. **Noni: frutífera medicinal em introdução e
aclimatação no Brasil**. Informações técnicas: O agrônomo, Campinas, v. 57, n. 1, p. 20-21,
2005.

ULLOA, J. A.; TAPIA, N. T. G.; ULLOA, P. R.; RAMÍREZ, J. C. R.; RANGEL, B. E. U. Effect of soaking in noni (*Morinda citrifolia*) juice on the microbiological and color behavior of Haden minimally processed mango. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 3079-3085, 2015.

VENTUROSOSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

WANG M., SU C. Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 952, p. 161-168, 2001.

WANG, M. Y.; WEST, B. J.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C.; PALU, A. K.; ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 23, p. 1127– 1141, 2002.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, Philadelphia, v. 7, n. 4, p. 472-479, Aug. 2004.

WEST, B. J.; DENG, S.; JENSEN, C. J. Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2295-2301, 2011.

ZIN, Z. M.; ABDUL-HAMID, A.; OSMAN, A. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. **Food Chemical**, v. 78, n. 2, p. 227– 231, 2002.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais, pelo incentivo.