

EFEITO DA ADIÇÃO DE SAL E EXTRATO DA CASCA DE TAMARINDO NO CRESCIMENTO *IN VITRO* DE BACTÉRIAS PATOGÊNICAS

Larissa Soares - larissasoaresgbi@gmail.com

Universidade Federal de Sergipe – UFS

Resumo— A qualidade de alimentos está intimamente ligada à quantidade inicial de microrganismos, à natureza do alimento e às condições ambientais. Estes fatores, também conhecidos como parâmetros, podem favorecer ou inibir o crescimento de microrganismos. Ao longo dos anos vários estudos vêm sendo realizados para avaliar previamente o efeito de parâmetros intrínsecos e extrínsecos dos alimentos no crescimento de bactérias patogênicas. Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar o efeito da concentração de NaCl (0% e 8,5%) e concentração de extrato da casca de tamarindo (0%, 10%) e sua influência na cinética de crescimento *in vitro* de cinco bactérias patogênicas. Os resultados indicam que o efeito da salinidade e do extrato testado influenciaram no decréscimo das contagens bacterianas, com redução de até 3 ciclos log para o *bacillus subtilis* e *salmonella enteritidis*. Em contrapartida, a não adição de extrato e salinidade favoreceu o crescimento microbiano, com aumento do número de células finais, o que sugere a ação de meio salino e do extrato na redução das contagens bacterianas.

Palavras chave— atividade antimicrobiana, alimentos, microbiologia.

Abstract— Food quality is closely linked to the initial amount of microorganisms, the nature of the food and the environmental conditions. These factors, also known as parameters, may favor or inhibit the growth of microorganisms. Over the years, several studies have been performed to previously evaluate the effect of intrinsic and extrinsic parameters of food on the growth of pathogenic bacteria. In this context, this work aimed to evaluate the effect of NaCl concentration (0% and 8.5%) and tamarind bark extract concentration (0%, 10%) and its influence on *in vitro* growth kinetics of five pathogenic bacteria. The results indicate that the effect of salinity and the tested extract influenced the decrease of bacterial counts, with reduction of up to 3 log cycles for *bacillus subtilis* and *salmonella enteritidis*. In contrast, the non-addition of extract and salinity favored microbial growth, with an increase in the number of final cells, suggesting the action of saline and extract in reducing bacterial counts.

Keywords – antimicrobial activity, food, microbiology.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Tamarindus indica* Linnaeus pertence à família das leguminosas e pode ser encontrado em regiões de clima tropical (Ghaffaripour, 2017). A árvore vive em média 200 anos e produz cerca de 150 a 500 kg de frutos por ano (Binoj et al., 2018). O fruto é cercado por uma vagem dura, comprida e de extremidades arredondadas (Noraphaiphaksa, 2016) que é descartada quando o fruto está maduro (Suganthi, 2010), esta vagem amadeirada e quebradiça contém de 3 a 8 sementes envolvidas por uma polpa comestível (Paz et.al, 2015). A polpa costuma ser a única parte do fruto aproveitada e utilizada (Ghaffaripour, 2017), sendo o Brasil destaque entre os maiores produtores de frutas do mundo, ocupando a terceira posição (Barros et al., 2017) ficando atrás somente da Índia e da China (CNA, 2017). Devido ao consumo do fruto existe uma elevada quantidade de resíduos gerados (cascas e sementes), os quais comumente são descartados. Pesquisadores têm relatado que os resíduos de tamarindo possuem uma gama elevada de compostos bioativos (Barros et al., 2017), sendo a casca rica em cálcio (Sivasankar et al., 2012), enquanto a semente possui concentrações significativas de taninos, ácido fítico (Fabbri; Cosby, 2016),

compostos fenólicos, flavonoides e cerca de 49,3mg de ácido gálico por grama de extrato de semente (Luzia; Jorge, 2011).

A utilização de resíduos com potencial antioxidante e/ou antimicrobiano na indústria de alimentos, fertilizantes, fármacos e cosméticos surge como uma estratégia sustentável e alternativa aos conservantes sintéticos. Tendo em vista a aplicação futura de extratos da casca de tamarindo como aditivo natural em alimentos, este projeto teve como objetivo avaliar o efeito de parâmetros como pH, temperatura, concentração de cloreto de sódio e extrato da casca de tamarindo no crescimento *in vitro* de bactérias patogênicas de alimentos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TAMARINDO

O tamarindo (*Tamarindus Indica L.*) pertence a família das leguminosas *caesalpiniaceae* (Nandi et al., 2019) e se desenvolve em condições extremamente secas (Kuru et al., 2014), estando distribuída em regiões de clima tropical e subtropical quente (Ghaffaripour et al., 2017). É comumente encontrado na Índia e em países do sudeste asiático (Nandi et al., 2019), mas também pode ser encontrado na América do Norte e América do Sul (Trill et al., 2014). A árvore tem em média 24 metros de altura e 7 metros de circunferência (Kuru, 2014). O fruto é cercado por uma vagem dura, comprida e de extremidades arredondadas (Noraphaiphaksa, 2016) que é descartada quando o fruto está maduro (Binoj et al., 2018), esta vagem amadeirada e quebradiça contém de 3 a 12 sementes envolvidas por uma polpa comestível (Figura 1) constituindo cerca de 35% de todo o fruto (Alpizar et al., 2017).

Figura 1. Tamarindo (*Tamarindus Indica L.*)



Fonte: Próprio autor, (2018)

Trabalhos prévios relatam o fruto como sendo boa fonte de compostos voláteis e fenólicos, ácidos graxos e orgânicos, e com potencial antimicrobiano decorrente da presença de taninos, saponinas, sesquiterpenos, alcaloides e flobataminas, além de fenóis e flavonoides (Azad, 2018).

2.2 BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DE ALIMENTOS

2.2.1 *Bacillus subtilis*

O *Bacillus subtilis* pertence ao grupo das gram-positivas (Ghosh et al., 2018), formadora de esporos e é comumente encontrado no solo (Carneiro et al., 2018), podendo ser isolado do solo, da água, do ar, de matéria em decomposição (Lefevre et al., 2017), podendo também ser encontrado na superfície de plantas e em alimentos crus (Kimura; Yokoyama, 2019). Esta bactéria apresenta crescimento aeróbico, se desenvolve em temperatura de 10° a 48°C, em ambiente com concentração de NaCl em torno de 7,5% e crescem bem em pH de 4,9 a 9,3 (Landraf, 2008).

2.2.2 *Enterococcus faecalis*

A bactéria *Enterococcus faecalis* é Gram-positiva, anaeróbia facultativa, realiza catalase negativa, cresce sob forma de cocos (Perumal; Venkatesan, 2017), pode se desenvolver numa faixa de 5 a 65°C, resiste a elevadas concentrações de NaCl e pH 4,5 a 10,0 (Fisher, 2009). As bactérias dessa espécie podem ser encontradas em animais, no solo, em vegetais (Perumal; Venkatesan, 2017), superfície de plantas e produtos lácteos (Han et al., 2011).

2.2.3 *Salmonella enteritidis*

A *Salmonella enteritidis*, pertencente ao grupo das Gram-negativas, enteropatogênicas (Gu et al., 2015), cresce numa faixa de temperatura de 5 a 38°C, podendo ser destruída a 60°C (Forsythe, 2002), tem crescimento na faixa de pH neutra (pH 7,0), e não tolera condições acima de 9% de NaCl, estes microrganismos são anaeróbios facultativos (Landgraf, 2008) sendo considerada um dos maiores patógenos no âmbito alimentar, representando uma ameaça à saúde pública, e sua presença em alimentos é inaceitável (Carrasco et al., 2012).

2.2.4 *Staphylococcus aureus*

O gênero *Staphylococcus aureus* é um patógeno comumente encontrado na pele, mucosa humana (Alhashimi et al., 2017) e em todo meio ambiente. Este gênero pertence ao grupo dos Gram-positivos, apresenta capacidade de sobreviver a temperaturas elevadas (Rubab et al., 2018), cresce numa faixa de 7 a 48°C (Forsythe, 2002), resiste bem a ambientes secos e com elevada concentração salina, é anaeróbio facultativo e não formador de esporos. Porém, são produtores de toxinas resistentes ao calor, que podem persistir ainda que a bactéria tenha sido eliminada por tratamento térmico, também são resistentes à pHs entre 4,0 e 10,0 e resistem a processos de secagem e congelamento (Rubab et al., 2018).

2.2.5 *Pseudomonas aeruginosa*

A *Pseudomonas aeruginosa* é uma bactéria gram-negativa, possui forma de bastonete (Khan et al., 2019) com motilidade unipolar e é aeróbia (Shaikh et al., 2016), não consegue se desenvolver em pH menor que 4,5 e apresenta temperatura ótima de 37°C (Palleroni, 2009). Esta bactéria pode ser encontrada dispersa no solo e na água, mas também em animais e plantas (Domínguez-Espíndola et al., 2019), pertence à família *Pseudomonadaceae* e apresenta capacidade de sobreviver em diversos ambientes (Pang et al., 2018). As bactérias dessa espécie são consideradas um dos patógenos oportunistas mais difundidos, pode ser responsável por infecções no trato intestinal, infecções urinárias, dentre outras patologias (Saleh et al., 2019).

2.3 POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE CASCAS DE TAMARINDO

Os compostos fenólicos são considerados mecanismos de defesa da plantas, gerados quando estas são submetidas a algum dano físico e estresse (Oliveira et al., 2017) ou quando exposto a algum patógeno (Ng et al., 2019). Por definição tem-se que os compostos fenólicos são substâncias constituídas por um anel aromático e tendo uma ou mais hidroxila junto com outros grupamentos funcionais (Chandrasekara, 2019).

Recentemente estes compostos tem chamado atenção por suas propriedades e possíveis aplicações. Por apresentar capacidade de desnaturar proteínas vem sendo aplicado na indústria farmacêutica como germicida. Estes compostos também vêm sendo empregados a fim de se melhorar propriedades sensoriais e segurança de alimentos, sendo empregado em embalagem de alimentos, aumentando a vida útil dos produtos (Raza et al., 2018). Trabalhos prévios realizados pelo nosso grupo de pesquisa (Santos; Aquino, 2017), verificaram que extratos da casca de tamarindo em etanol 80% foram efetivos na inibição do *B. subtilis* e *P. aeruginosa*.

3 METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS

Foram utilizados frutos de tamarindo, obtidos na cidade de Guanambi, Bahia. Os frutos foram transportados até o Laboratório lavados com água potável corrente, sanitizados com hipoclorito de sódio a 200 mg.L⁻¹, por 15 min, deixados secar à temperatura ambiente, e separados manualmente cascas da polpa.

3.2 BACTÉRIAS

Os micro-organismos *Pseudomonas aeruginosa* (CBAM 0679), *Staphylococcus aureus* (CBAM 0629), *Bacillus subtilis* (CBAMd f 0441) foram adquiridos pela Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Leônidas e Maria Deane, Coleção de bactérias da Amazônia (CBAM) (Fiocruz, Manaus, Amazônia). *Salmonella enteritidis* (INCQS 00258), *Enterococcus faecalis* (INCQS 00531) foram adquiridas da coleção de microrganismos da Fundação Oswaldo Cruz (Manguinhos, Rio de Janeiro). As estirpes foram armazenadas em caldo de infusão de cérebro coração (BHI) e solução de glicerol a 20% a - 80°C em um Ultrafreezer.

3.3 PREPARAÇÃO DO EXTRATO

As cascas foram submetidas à secagem a 50°C em estufa por 24 h. Após esse período, foram trituradas em moinho de facas (Technal ® Tipo Willye), até a condição de pó. Para obtenção dos extratos seguiu-se a metodologia descrito por Santos; Aquino (2017), no qual foi adicionado solvente etanol 80% à farinha da casca em frascos Erlenmeyers, agitados em *Shaker orbital* a 200 rpm, durante 1 h a 30°C. Após esse período, o material foi filtrado em papel filtro e o sobrenadante separado para posterior utilização.

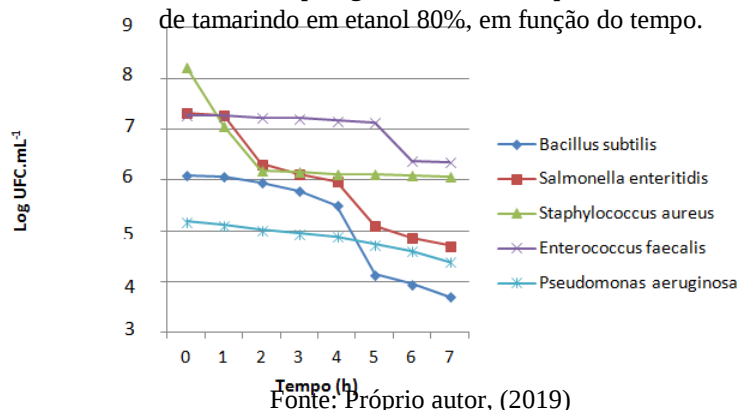
3.4 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE BACTÉRIAS PATOGENICAS

Para este experimento inicialmente preparou-se suspensões bacterianas na concentração de 10⁵-10⁶ UFC/mL em tubos contendo caldo BHI, conforme metodologia descrita por Nyhan et al. (2018), os tubos contendo caldo BHI foram preparados com diferentes concentrações de NaCl (0% e 8,5%). Em seguida, procedeu-se com a correção de pH pra faixa de pH 9,0, corrigido com solução de NaOH 1N. Para avaliação do efeito do extrato da casca de tamarindo foram testadas duas concentrações diferentes do extrato (0% e 10%). As bactérias foram adicionadas a cada solução e em seguida retirou-se alíquotas a cada uma hora para avaliar o crescimento bacteriano. As bactérias foram incubadas em ágar Muller-Hinton a 45°C e as contagens foram expressas em unidades formadoras de colônias (UFC) por mililitro de amostra (mL).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 estão demonstradas as curvas de crescimento de cada bactéria sob efeito dos diferentes parâmetros analisados.

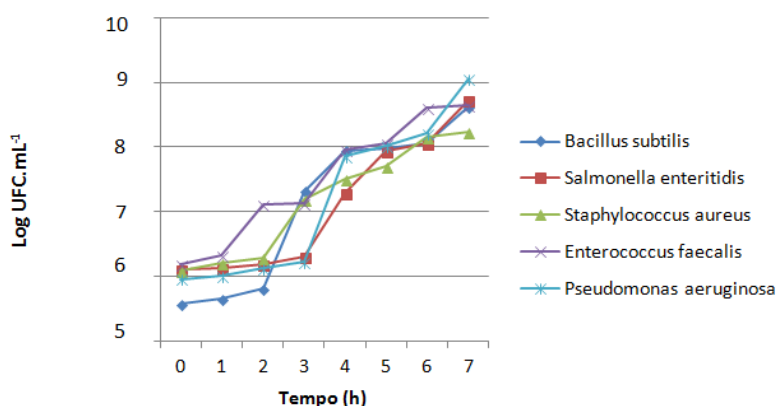
Figura 1. Curva de crescimento de bactérias patogênicas em 45°C, pH 9,0, 8,5% NaCl e 10% de extrato da casca de tamarindo em etanol 80%, em função do tempo.



Fonte: Próprio autor, (2019)

Todas as bactérias analisadas demonstraram uma diminuição do crescimento ao longo do tempo. A *E. faecalis* e a *P. aeruginosa* tiveram uma menor queda no crescimento, cerca de 1 Log. Segundo Fisher (2009) a *E. faecalis* apresenta resistência a elevadas concentrações de NaCl. Contudo, pôde-se observar uma maior queda no crescimento de cerca de 3 Log para as bactérias *B. subtilis* (de Log 6 para Log 3,5) e *S. enteritidis* (de Log 7,2 para Log 4,8). Este resultado significou que estas bactérias foram mais sensíveis às condições testadas do que as demais. Segundo Landgraf (2008) o *B. subtilis* apresenta uma tolerância de até 7,5% de concentração salina.

Figura 2. Curva de crescimento com bactérias patogênicas em 45°C, pH 9,0, 0% NaCl e 0% de extrato da casca de tamarindo em etanol 80% em função do tempo.



Fonte: Próprio autor, (2019)

Quando o sal e o extrato de tamarindo foram removidos da solução observou-se que houve um crescimento de todas as bactérias ao longo do tempo (Figura 2). A partir de 1 hora, todas as bactérias atingiram a fase exponencial de crescimento.

O aumento mais expressivo foi observado para o *B. subtilis* e para a *P. aeruginosa*, com um aumento 3 ciclos Log para ambas espécies. Enquanto para as demais foi observado um aumento de 2 ciclos Log. Este resultado constatou que a concentração de sal e de extrato de casca de tamarindo em etanol 80% foram essenciais para promover a diminuição do crescimento das bactérias testadas.

O cloreto de sódio tem sido utilizado como antimicrobiano com o intuito de estender a vida útil e garantir a segurança dos alimentos produzidos. Seu efeito se dá por sua capacidade de diminuir a atividade de água nos alimentos, sob as bactérias este parâmetro age causando um estresse osmótico nas células bacterianas e consequente destruição (Balamurugan et al., 2016). Além disto, Santos; Aquino (2017) têm verificado o efeito antimicrobiano de extrato de casca de tamarindo, em etanol 80%, o qual tem sido efetivo nas inibição de bactérias como *B. subtilis* e *P. aeruginosa*.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho verificou-se que a adição de cloreto de sódio e extrato de casca de tamarindo foi fundamental para inibir o crescimento *in vitro* das bactérias *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *S. enteritidis* e *E. faecalis* sob condições de incubação em pH 9,0 e 45°C. Tendo em vista que estas bactérias demonstraram crescimento acelerado nas mesmas condições de pH e temperatura com a ausência do sal e do extrato.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Sergipe e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALPIZAR, R. E.; CARRILLO, N. H.; ROMERO, R. R.; VARELA, G.V.; ÁLVAREZ, R. J.; PÉREZ, A.C. Propriedades de sorção termodinâmica e temperatura de transição vítrea da mucilagem de sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). **Processamento de Alimentos e Bioprodutos**, v. 101, p. 166-176, 2017.
- AZAD, M.S. Tamarindo- *Tamarindus Indica*. In: **Exotic Fruits**. Bangladesh: Elsevier, 1 ed., 2018, p. 403-412.
- BARROS, R. G. C.; ANDRADE, J. K. S.; DENADAI, M.; NUNES, M. L.; NARAIN, N. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruits residues. **Food Research International**, v. 102, p. 84-92, 2017.
- CARNEIRO, L. A. B. C.; YU, L.; DUPREE, P.; WARD, R. J. Characterization of a β -galactosidase from *Bacillus subtilis* with transgalactosylation activity, **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 120, p. 279- 287, 2017.
- CARRASCO, E.; MORALES-RUEDA, A.; GARCÍA-GIMENO, R. M. Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review, **Food Research International**, v.45, p. 545-556, 2012.
- CHRISTWARDANA, M.; FRATTINI, D.; ACCARDO, G.; YOON, S. P.; KWON, Y. Optimization of glucose concentration and glucose/yeast ratio in yeast microbial fuel cell using response surface methodology approach. **Journal of Power Sources**, v. 402, p. 402-412, 2018.
- CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Balanço 2016, perspectiva 2017.
- DOMÍNGUEZ-ESPÍNDOLA, R. B.; CASAMADA, C. B.; MARTÍNEZ, S. S.; ARAUJO, R. M.; BRILLAS, E.; SIRÉS, I. Photoelectrocatalytic inactivation of *Pseudomonas aeruginosa* using an Ag-decorated TiO₂ photoanode. **Separation and Purification Technology**, v. 208, p. 83-91, 2019.
- FABBRI, A. D., & CROSBY, G. A. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 3, n. 2, p. 11, 2016.
- FISHER, K.; PHILLIPS, C. The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*. **Microbiology**, v. 155, p. 1749-1757, 2009.
- FORSYTHE, S. J. Microbiologia da segurança alimentar. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424.
- GHAFFARIPOUR, S.; BILCKE, N. V. den.; SAMSON, R. The importance of seed reserve on performance and breeding of tamarind seedlings. **Scientia Horticulturae**, v. 222, p. 145-152, 2017.
- GHOSH, K. High prevalence of *Bacillus subtilis*-infecting bacteriophages in soybeanbased fermented foods and its detrimental effects on the process and quality of Cheonggukjang, **Food Microbiology**, v. 76, p. 196-203, 2018.
- HAN, D.; UNNO, T.; JANG, J.; LIM, K.; LEE, S. N.; KO, G. P.; SADOWSKY, M. J. The occurrence of virulence traits among high-level aminoglycosides resistant *Enterococcus* isolates obtained from feces of humans, animals, and birds in South Korea. **International Journal of Food Microbiology**, v. 144, n. 3, p. 387-392, 2011.
- KURU, P. *Tamarindus indica* and its health related effects. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 4, n. 9, p. 676-681, 2014.
- LEFEVRE, M.; RACEDO, S. M.; DENAYROLLES, M.; RIPERT, G.; DESFOUGÉRES, T.; LOBACH, A. R.; SIMON, R.; PÉLERIN, F.; JÜSTEN, P.; URDACI, M. C. Safety assessment of *Bacillus subtilis* CU1 for use as a probiotic in humans. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 83, p. 54-65, 2016.
- LUZIA, D. M. M.; JORGE, N.; Antioxidant activity, fatty acid profile and tocopherols of *Tamarindus indica* L. seeds. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p. 497- 501, 2011.

- NANDI, G.; CHANGDER, A.; GHOSH, L. K. Copolímero enxertado de goma de semente de poliacrilamida-tamarindo: Síntese, caracterização e avaliação do potencial floculante em suspensão de paracetamol por via oral. **Polímeros Carboidratos**, 2019.
- NG, K. R.; LYU, X.; MARK, R.; CHEN, W, N. Antimicrobial and antioxidant activities of phenolic metabolites from flavonoid-producing yeast: Potential as natural food preservatives. **Food Chemistry**, v. 270, n. 1, p. 123-129, 2019.
- NORAPHAIPHIPAKSA, N. et al. Experimental and numerical investigations to determine the modulus and fracture mechanics of tamarind seed (*Tamarindus indica* L.). **Biosystems Engineering**, v. 151, p. 12-27, 2016.
- NYHAN, L.; BEGLEY, M.; MUTEL, A.; QU, Y.; JHONSON, N.; CALLANAN, M. Predicting the combinatorial effects of water activity, pH and organic acids on *Listeria* growth in media and complex food matrices. **Food Microbiology**, v. 74, p. 75-85, 2018.
- OLIVEIRA, K. G. Effect of the storage time and temperature on phenolic compounds of sorghum grain and flour. **Food Chemistry**, v. 216, n. 1, p. 390-398, 2017.
- PALLERONI, N. J. *Pseudomonas*. In: **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, v. 2, p. 324, 2009.
- PANG, Z.; RAUDONIS, R.; GLICK, B. R.; LIN, T. J.; CHENG, Z. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies. **Biotechnology Advances**, v. 37, p. 177-192, 2018.
- PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; MATOS, C. D. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462-468, 2015.
- PERUMAL, V.; VENKATESAN, A. Antimicrobial, cytotoxic effect and purification of bacteriocin from vancomycin susceptible *Enterococcus faecalis* and its safety evaluation for probiotization, **LWT - Food Science and Technology**, v. 78, p. 303-310, 2016.
- RAZA, W.; LEE, J.; RAZA, N.; LUO, Y.; KIM, L. H.; YANG, J. Removal of phenolic compounds from industrial waste water based on membrane-based technologies. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, No prelo.
- SALEH, M.M.; ABBAS, H. A.; ASKOURA, M. M. Repositioning secnidazole as a novel virulence factors attenuating agent in *Pseudomonas aeruginosa*. **Microbial Pathogenesis**, v. 127, p. 31-38, 2018.
- SANTOS, T. R. J.; AQUINO, L. C. L. A. Atividade antimicrobiana dos extratos das sementes de granadilla (*Passiflora ligularis*). In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramado. **Anais...Gramado: CBCTA/RS**, 2016.
- SANTOS, T.R.J.; AQUINO, L.C.L. Influência de parâmetros na fermentação em estado sólido de resíduos de tamarindo (*tamarindus indica*) para obtenção de compostos bioativos. In: XVII Encontro brasileiro sobre o ensino de engenharia química, São Paulo-SP, 2018.
- SHAIKH, T. Antimicrobial screening of *Cichorium intybus* seed extracts. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 9, p. 1569-1573, 2012.
- IVASANKAR, V.; RAJKUMAR, S.; MURUGESH, S.; DARCHEN, A. Tamarind (*Tamarindus indica*) fruit shell carbon: A calcium-rich promising adsorbent for fluoride removal from groundwater. **Journal of Hazardous Materials**, Tamil Nadu, v. 225, n 226, p. 164-172, 2012.
- SUGANTHI, N.; SRINIVASAN, K. Phosphorylated tamarind nut carbono for the removal of cadmium ions from aqueous solutions. **Indian Journal of Engineering & Materials Sciences**, Komarapalayam, v. 17, p. 382-388, 2010.
- TRILL, U.; LÓPEZ, J. F.; ÁLVAREZ, J. A. P.; MARTOS, M. V. Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich-fibre powder extract obtained from tamarind (*Tamarindus indica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 55, p. 155-162, 2014.