

Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

EFEITO ANTIFÚNGICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE PEQUI (*Caryocar brasiliense*)

Antifungal effect of pequi essential oil (Caryocar brasiliense)

Fernanda Stefhany Alves SANTOS

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas
fernandastefhanyas@gmail.com

Michelle Ferreira Terra EMATNE

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas
michelleterraufla@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46636/recital.v4i3.320>

Resumo

Os fungos causam diversos prejuízos à indústria alimentícia, como a deterioração de alimentos e doenças nas lavouras, sendo um problema constante. A utilização excessiva de compostos químicos, para o controle desses microrganismos, vem causando graves danos ao meio ambiente e à saúde humana. O uso de métodos controles, de origem natural, no combate a essas populações é uma excelente opção de substituição de substâncias sintéticas tóxicas. O pequi (*Caryocar brasiliense*), um fruto do Cerrado, tem sido retratado na bibliografia com grande potencial antifúngico e antibacteriano. No presente estudo, avaliou-se *in vitro*, o efeito do óleo essencial extraído da polpa do pequi (*Caryocar brasiliense*) no controle do crescimento das espécies fúngicas *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus*. O óleo essencial foi extraído pelo processo de hidrodestilação, utilizando aparelho de Clevenger, e sua atividade antifúngica foi avaliada através da determinação da Concentração Mínima Inibitória e com a utilização do óleo essencial no meio de cultura. Não foram detectadas concentrações mínimas inibitórias do óleo essencial sobre as espécies testadas. Houve inibição do crescimento micelial das espécies, ao utilizar o óleo no meio de cultura, na concentração de 125 $\mu\text{L mL}^{-1}$, demonstrando a atividade antifúngica do óleo essencial sobre as cepas estudadas.

Palavras-chave: Fruto. *Aspergillus*. Contaminação.



Abstract

Fungi cause several damages to the food industry, such as food deterioration and diseases in crops, being a constant problem. The excessive use of chemical compounds to control these microorganisms has caused serious harm to the environment and human health. The use of controls of natural origin to combat these populations is an excellent option to replace these toxic synthetic substances. The pequi (*Caryocar brasiliense*), a Cerrado fruit, has been portrayed in the literature with great antifungal and antibacterial potential. In the present study, the effect of the essential oil extracted from the pulp of pequi (*Caryocar brasiliense*) in controlling the growth of the fungal species *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* and *Aspergillus ochraceus* was evaluated in vitro. The essential oil was extracted by hydrodistillation, using a Clevenger apparatus, and its antifungal activity was evaluated by determining the Minimum Inhibitory Concentration and using the essential oil in the culture medium. Minimum inhibitory concentrations of essential oil were not detected on the tested species. There was inhibition of the mycelial growth of the species when using the oil in the culture medium at a concentration of 125 $\mu\text{L mL}^{-1}$, demonstrating the antifungal activity of the essential oil on the studied strains.

Keywords: Fruit. *Aspergillus*. Contamination.

INTRODUÇÃO

A contaminação de alimentos, por bactérias e fungos, causa a perda de toneladas de alimentos todos os anos. Entre os principais impactos causados pelo crescimento de fungos filamentosos em produtos alimentícios, está a descoloração, redução do valor comercial, diminuição no poder germinativo em sementes, perda de matéria seca, odor desagradável, alterações químicas e nutricionais (HERMANN et al., 2006).

Durante a multiplicação de fungos, em alimentos e bebidas, variadas espécies são capazes de produzir substâncias voláteis e metabólitos secundários tóxicos, conhecidos como micotoxinas. Os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são considerados os mais importantes dentre os produtores de micotoxinas (NUNES et al., 2003). Entre as micotoxinas mais conhecidas estão a ocratoxina A, os tricotecenos (DON, T-2, DAS), a zearalenona, a fumonisina e as aflatoxinas.

Atualmente, frente ao aumento de isolados resistentes aos antifúngicos sintéticos e à pressão dos consumidores pela substituição destes por produtos naturais, a busca por novos antimicrobianos a partir de óleos essenciais (OE) tem se tornado uma opção promissora. Vários estudos têm comprovado o efeito de compostos extraídos de óleos essenciais de plantas que atuam como fungicidas naturais, inibindo a atividade fúngica.

Óleos e extratos de plantas têm sido amplamente utilizados na fabricação de medicamentos, cosméticos e na culinária. O pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma espécie arbórea brasileira, típica do Cerrado, bioma onde diversas espécies frutíferas destacam-se pela produção de frutos de cores e sabores exóticos, que fornecem compostos bioativos com potencial antioxidante (ROESLER et al., 2007; SILVA et al., 2008).



O pequi tem sido relatado, na literatura, como um fruto que possui propriedades antifúngicas e antibacterianas (PIANOVSKI et al., 2008). Sua polpa apresenta elevados teores de lipídios e fibras alimentares, bem como de compostos fenólicos e de carotenóides totais superiores aos constatados em diversas frutas brasileiras (LIMA et al., 2007; ROSSO; MERCADANTE, 2007).

O óleo essencial do pequi pode ser um ótimo substituto de aditivos e substâncias químicas sintéticas utilizadas em alimentos para combater a proliferação e o crescimento de fungos. Essa substituição causaria uma grande diminuição no uso de agentes químicos, minimizando impactos ambientais, como a poluição das águas e do solo, assim como doenças decorrentes da ingestão de alimentos contaminados quimicamente.

Buscando formas alternativas, naturais e sustentáveis de combater microrganismos contaminantes de alimentos, o presente trabalho busca avaliar o efeito do óleo essencial da polpa do pequi no crescimento e desenvolvimento de fungos do gênero *Aspergillus*, especificamente as espécies *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus*.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 O PEQUIZEIRO

O pequizeiro é uma planta arbórea, perene, frutífera e oleaginosa, que pertence à família *Caryocaraceae*, da ordem *Theales* (*Rhizophorales*). Dentre as dezesseis espécies do gênero *Caryocar*, doze são encontradas no Brasil (FRANCO et al., 2004), sendo popularmente denominadas de pequi, piqui, piquiá e pequi vinagreiro (CARVALHO, 2009; OLIVEIRA et al., 2008).

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb. apresenta maior distribuição no Cerrado do Planalto Central (OLIVEIRA et al., 2008) e sua floração, em Minas Gerais, ocorre de setembro a novembro.

De acordo com Carvalho (2009), como consequência da destruição do Cerrado para o plantio de soja e formação de pastagens, atualmente, a espécie *Caryocar brasiliense* está ameaçada de extinção, principalmente nos estados do Paraná e do Mato Grosso.

Essa espécie é de elevada importância econômica, sendo utilizada de variadas formas, atendendo aos setores alimentícios, medicinais e a indústria cosmética, apresentando alto consumo nas regiões onde é encontrada (EMERENCIANO, 2017).

O óleo da polpa e da semente do pequi é conhecido por apresentar propriedades que previnem abortos e que são afrodisíacas, sendo utilizado na culinária, empregado na indústria cosmética, na produção de sabão, e como produto medicinal, no combate à bronquite, gripes e resfriados (OLIVEIRA, 2008; CARVALHO, 2009).

1.2 O PEQUI



O nome popular pequi deriva do tupi, *py* (pele, casca) + *qui* (espinho), casca espinhenta, decorrente dos espinhos do endocarpo lenhoso ou caroço (CARVALHO, 2009).

O fruto da espécie *Caryocar brasiliense*, segundo Carvalho (2009), é do tipo drupáceo de casca fina verde acinzentada, grande, com um mesocarpo fibroso e rico em tanino. A polpa apresenta coloração que varia de amarelada a alaranjada, sendo gordurosa e comestível. O endocarpo é duro e lenhoso na superfície externa, e, eventualmente, separando-se em mericarpos com uma semente. O peso do fruto varia de 30g a 400g, e esse contém geralmente de uma a duas sementes, e, raramente, de três a quatro. As sementes são castanhas, reniformes, com espinhos medindo cerca de 4 mm de comprimento (ARAÚJO, 1995; SILVA; MEDEIROS FILHO, 2006).

O pequi apresenta elevadas taxas de carotenoides totais, entre os principais presentes na polpa estão a violaxantina, a luteína e a zeaxantina, além disso fruto exibe teores consideráveis de compostos fenólicos totais (AZEVEDO-MELEIRO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2004; LIMA, 2007; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

De acordo com o estudo de Ribeiro (2011), às características químicas dos frutos, como os teores de umidade, de proteínas, de lipídios, de fibras, de cinzas e de carboidratos, variam de acordo com a região onde se localizam. Há prevalência dos ácidos graxos monoinsaturados, especialmente o ácido oleico, nos teores de ácidos graxos que compõem a fração lipídica da polpa do fruto, e em relação aos poli-insaturados, o ácido linoleico é o mais abundante (ARAÚJO et al., 2016; RIBEIRO, 2011).

Essa variabilidade física e química entre os frutos de acordo com suas regiões é recorrente devido a variação de clima, de fertilidade, do pH, dos índices pluviométricos, entre outros aspectos (RIBEIRO, 2011).

Compostos bioativos exercem funções fisiológicas e metabólicas no crescimento, desenvolvimento e na manutenção do organismo, sendo constituintes nutricionais naturalmente presentes em baixas quantidades em alimentos de origem vegetal (RIBEIRO, 2011). Substâncias fenólicas estão comumente envolvidas no combate à radiação ultravioleta e agressão por patógenos, sendo consideradas poderosos antioxidantes, afinal, interferem na carcinogênese, protegendo o DNA de danos oxidativos (BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009; RIBEIRO, 2011).

Os óleos essenciais são utilizados desde a Idade Média como fungicidas, bactericidas, virucidas, antiparasitários e inseticidas. Atualmente, são muito utilizados em indústrias farmacêuticas, sanitárias, cosméticas, agrícolas e alimentícias (BAKKALI et al., 2008).

O trabalho de Chaves et al. (2018) demonstrou a atividade fungicida, *in vitro*, do extrato de *Lafoensia pacari* (mangaba brava) e do óleo essencial de *Lippia alba* (erva cidreira de arbusto) frente aos microrganismos *Fonsecaea pedrosoi*, *Cladosporium carrionii*, *Cladophialophora bantiana*.

O extrato de *L. pacari* foi eficiente na inibição do crescimento de todas as espécies testadas. O óleo da *L. alba* somente inibiu o *F. pedrosoi* e *C. carrionii*, os demais extratos não apresentaram ação fungicida aos organismos testados. Em comparação com a atividade antifúngica do medicamento Itraconazol, o extrato de *L. pacari* demonstrou uma maior e mais eficaz ação antifúngica (CHAVES et al., 2018).



Cordeiro et al. (2019) verificaram que o extrato obtido através das folhas de *Jatropha gossypifolia* (pião-roxo) induz um menor crescimento micelial do fungo *Bipolaris* sp.

Nos estudos de Bonapaz et al. (2019) houve a avaliação da atividade antifúngica, *in vitro*, de óleos voláteis e extratos de *Foeniculum vulgare* (Funcho), *Mentha piperita* (Hortelã-pimenta) e *Rosmarinus officinalis* (Alecrim) frente aos fungos do gênero *Aspergillus* e *Fusarium*. *Fusarium* é o mais sensível aos extratos e o *Aspergillus* aos óleos, havendo a possibilidade da utilização do óleo para o controle do fungo durante o armazenamento do produto e uso do extrato para o controle desse na lavoura.

Estudos sobre a ação de óleos e extratos no controle do desenvolvimento de fitopatógenos, *in vivo*, são de extrema importância, pois o controle biológico a partir dos óleos voláteis e extratos é uma alternativa eficaz, ecológica e sustentável no combate a organismos patogênicos (BONAPAZ et al., 2019).

O interesse crescente dos consumidores, em produtos de fontes naturais, tem aumentado a aplicação dos óleos essenciais (OE) nas indústrias de bebidas, alimentos, produtos de higiene pessoal e cosméticos. Com o intuito de evitar a oxidação, deterioração lipídica e a contaminação biológica, os OE são utilizados, diminuindo assim, o uso de produtos tóxicos que trazem grandes prejuízos ao meio ambiente, a indústria e a saúde dos consumidores (MIRANDA et al., 2016).

O uso desses óleos como agente antimicrobiano natural em produtos alimentícios é uma alternativa para aumentar a vida de prateleira dos alimentos, assim como sua segurança (AQUINO et al., 2010).

A base da composição dos OE são substâncias voláteis, geralmente, uma mistura complexa de terpenóides, hidrocarbonetos, álcoois e compostos carbonílicos. Estes são produzidos pelo metabolismo secundário de plantas aromáticas e por compostos que pertencem às classes químicas dos monoterpenos oxigenados, monoterpenos, sesquiterpenos e sesquiterpenos oxigenados, que em conjunto culminam na fragrância, nas atividades antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e analgésica dos óleos (BAKKALI et al., 2008; TRAJANO et al., 2009; KLEIN; SOUZA, 2012).

O pequi é apontado como um fruto com potencial atividade antifúngica (PASSOS et al., 2002), anti-inflamatória (DINIZ, 2015), antioxidante (MIRANDA-VILELA, 2009) e cicatrizante (BATISTA et al., 2010). Roesler et al. (2007) verificaram atividade antioxidante do pequi e, dentre os compostos bioativos encontrados em sua polpa, foi identificado um importante antioxidante natural, o flavonoide quercetina.

Os resultados do estudo de Passos et al. (2002) mostraram que o *Caryocar brasiliense* apresenta potencial atividade antifúngica sobre *Cryptococcus neoformans*. Todas as partes do fruto apresentaram esse efeito, sendo que a cera retirada das folhas apresentou maior atividade, inibindo o crescimento de 91,3% dos isolados do microrganismo.

De acordo Sarto e Zanusso Junior (2014), os óleos essenciais têm apresentado ação efetiva em estudos farmacológicos e a utilização de um medicamento natural, com baixa toxicidade e custo, resultaria em menos reações adversas ao ser humano e ao meio ambiente.

1.3 FUNGOS FILAMENTOSOS E MICOTOXINAS



Os fungos estão presentes em todos os tipos de ambientes. Existem mais de 100.000 espécies identificadas do reino *Fungi*, e cerca de 4.000 novas espécies são descritas a cada ano (RAVEN, 2001; SANTOS, 2015). Eles são os principais decompositores da biosfera, a quebra da matéria orgânica libera dióxido de carbono na atmosfera e devolve para o solo diversas substâncias, como compostos nitrogenados. Estes podem ser reutilizados pelas plantas, e consequentemente, pelos animais (RAVEN, 2001; MOLINARO et al., 2009; SANTOS, 2015).

Eles têm grande importância econômica, sendo utilizados na indústria alimentícia para a produção de etanol, na fabricação, por exemplo, do vinho, na produção de dióxido de carbono no setor de panificação, na produção da cerveja e de certos queijos. São utilizados também na fabricação de produtos domésticos, antibióticos e em laboratórios de pesquisa (RAVEN, 2001; MOLINARO et al., 2009).

Em diferentes etapas de produção o alimento pode sofrer contaminação microbológica, inclusive fúngica, seja pela falta de higiene do local, pelo manuseio, transporte ou armazenamento indevido, ou por acidente. Esses acontecimentos comprometem a qualidade do produto e o torna inviável, além da séria probabilidade de causar sérios problemas de saúde ao consumidor (VECCHIA; CASTILHOS-FORTES, 2007; GONÇALEZ et al., 2013; PEREIRA, 2017; SOUZA et al., 2017).

Um alimento pode ser contaminado por fungos devido a vários aspectos, mas se destacam a atividade de água, teor de oxigênio, temperatura, tipo de substrato e pressão osmótica. A formação de micotoxinas no alimento pode ocorrer antes ou depois da colheita, no armazenamento ou no empacotamento, e a identificação dessas substâncias toxicológicas e sua avaliação quantitativa demanda a preparação de amostras, a utilização de métodos de extração e técnicas de análise quantitativa (PEREIRA, 2017).

Algumas espécies de fungos filamentosos, principalmente dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* são capazes de produzir micotoxinas. As micotoxinas são produtos naturais de baixo peso molecular, formadas como metabólitos secundários de grau de toxicidade variável (BENNET KLICH, 2003; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; VECCHIA; CASTILHOS-FORTES, 2007; SOUZA et al., 2017).

Diferentes tipos de micotoxinas podem ser produzidas por uma mesma espécie de fungo, assim como diferentes espécies de fungos podem produzir o mesmo tipo de micotoxina. As ocratoxinas são contaminantes de cereais, uvas, grãos de café, vinhos, cervejas, e podem causar diversos danos à saúde humana como mutações genéticas, alergias e câncer (PEREIRA; SANTOS, 2011; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002; BENNET; KLICH, 2003; VECCHIA; CASTILHOS-FORTES, 2007; GARCIA et al., 2011; SOUZA et al., 2017).

As micotoxinas têm amplos efeitos biológicos e a sua toxicidade pode variar em função das características químicas estruturais. Os efeitos dessas substâncias no consumidor dependem de fatores como a idade, o peso, a quantidade ingerida e a via de exposição (SERRA, 2005; PEREIRA, 2017).

Nos últimos anos, houve uma intensa investigação de técnicas para detectar e prevenir a ocorrência de micotoxinas em alimentos. É extremamente necessário um controle rígido da qualidade da produção para que os riscos de contaminação estejam ausentes (PEREIRA, 2017; SOUZA et al., 2017).



De acordo a classificação taxonômica o gênero *Aspergillus* pertence ao reino *Fungi*, filo *Ascomycota*, classe *Eurotiomycetes*, ordem *Eurotiales* e família *Richocomaceae*, (SPECIES FUNGORUM, 2014).

Esse gênero é constituído por fungos anamorfos, sapróbios, xerofílicos, de dispersão mundial, estando entre os de maior incidência no mundo. Eles apresentam elevada capacidade de crescimento em ampla faixa de temperatura (BENNET; KLICH, 2003). São fungos capazes de colonizar diversos números de substratos, tendo grãos e cereais como os principais (PITT; HOCKING, 2009).

O *Aspergillus carbonarius* é um fungo comum na deterioração de alimentos e na biodeterioração de diversos materiais, sendo um importante produtor de ocratoxina A (SAMSON et al., 2001; RODRIGUES, 2019). É a espécie de maior relevância na produção de ocratoxina A (OTA), seguido por isolados de *Aspergillus niger* (FERRARA et al., 2016).

De acordo a classificação taxonômica a espécie *A. niger* pertence ao subgênero *Circumdati*, seção *Nigri* (SPECIES FUNGORUM, 2014), sendo capaz de se propagar de maneira eficaz em variados ambientes, sendo um dos fungos mais comuns do gênero (MEIJER et al., 2011). Ele é um fungo contaminante de alimentos, provoca infecções em colheitas (LEEUEWEN et al., 2013; AFONSO, 2015) e é a segunda espécie de maior relevância na produção de ocratoxina A (FERRARA et al., 2016).

Aspergillus ochraceus é um fungo filamentosos que pertence à seção *Circumdati*, com crescimento em temperaturas moderadas, sendo sua temperatura ótima entre 25 a 30°C (ARACRI, 2019). *A. ochraceus* é considerado como outro potencial produtor de ocratoxina A (OTA) (PALACIOS-CABRERA et al., 2005).

2 METODOLOGIA

Para o presente estudo, foram utilizadas 120 amostras de pequi (*Caryocar brasiliense*), coletadas em uma feira local do município de Taiobeiras, no estado de Minas Gerais, Brasil. O local de coleta foi escolhido devido à alta disponibilidade e menor preço do fruto. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) Campus Salinas.

Os frutos foram higienizados e após, houve a raspagem das polpas com o auxílio de facas previamente desinfestadas com álcool 70%. Até o momento da extração do óleo, as polpas foram mantidas em congelamento. A extração do óleo essencial ocorreu através do método de hidrodestilação com aparelho de Clevenger. Os materiais vegetais foram colocados em balão de fundo redondo com 2,5 litros de água e submetidos à ebulição por cerca de duas horas para a obtenção do óleo essencial.

Ao final de cada processo, o óleo foi retirado com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, acondicionado em frasco de vidro âmbar e armazenado sob refrigeração até o momento das análises.

Para avaliação do efeito antifúngico foram utilizadas três espécies de fungos filamentosos produtores de ocratoxina A do gênero *Aspergillus*, sendo eles o *A. carbonarius*, *A. niger* e *A.*



ochraceus, obtidos da Coleção de Cultura de Microrganismos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

As cepas foram vertidas em placas de Petri contendo *Ágar Extract Malt* (MEA), por meio da técnica de espalhamento em superfície, e permaneceram incubadas à temperatura ambiente, entre 25-30 °C, durante sete dias.

O meio de cultura utilizado, o *Ágar Extract Malt* (MEA), fornece o carbono, a proteína e o nitrogênio necessários para o crescimento do organismo, sendo o *Ágar* um agente solidificante. O pH ácido do *Ágar Malte* permite ótimo crescimento de bolores e leveduras e restringe o crescimento bacteriano (NEOGEN, 2011).

A análise do efeito inibitório do óleo essencial sobre os fungos filamentosos foi realizada utilizando o teste de difusão em disco, aceito pelo *Food and Drug Administration* (FDA) e estabelecido pelo *National Committee for Clinical Laboratory Standards* (NCCLS). Foi utilizado um inóculo na concentração de 10^6 esporos mL^{-1} , com contagem em Câmara de Neubauer.

O inóculo foi transferido para a placa contendo meio de *Ágar Extract Malt* (MEA), pela técnica de espalhamento em superfície. Discos de papel-filtro estéreis de 5 mm de diâmetro embebidos com 10 μL dos óleos diluídos em dimetilsulfóxido (DMSO) nas concentrações de 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81; 3,90 $\mu\text{L mL}^{-1}$ foram colocados sobre o meio de cultura, como sugerido por Andrade et al. (2015).

Como controle relativo, utilizou-se disco de papel-filtro de 5 mm de diâmetro embebido com 10 μL de DMSO e como padrão de comparação, foi utilizado o fungicida sintético Manzate 800 (10 $\mu\text{L mL}^{-1}$). As placas foram incubadas em BOD, a 25 °C, por um período de 72 horas. Após isso, realizou-se medições diametralmente opostas dos halos de inibição formados.

A partir dos diâmetros obtidos, avaliou-se o perfil de susceptibilidade dos fungos filamentosos nas diferentes concentrações do óleo essencial. O teste foi realizado em triplicata. Foi definida como a concentração inibitória mínima (CMI) a menor concentração de óleo essencial em que ocorreu a presença do halo de inibição.

O crescimento micelial dos fungos foi avaliado de acordo com Singh et al. (2008) com algumas modificações. Utilizou-se um inóculo na concentração de 10^6 esporos mL^{-1} , após contagem em câmara de Neubauer, de cada espécie testada, as quais foram a *A. carbonarius*, *A. niger* e *A. ochraceus*.

O plaqueamento foi realizado inoculando-se 10 μL da suspensão de esporos no centro de uma placa contendo 20 mL de meio *Ágar Extract Malt* (MEA) acrescido do óleo essencial diluído em DMSO, para obter as concentrações utilizadas. As concentrações do óleo essencial testadas foram 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81 e 3,90 $\mu\text{L mL}^{-1}$.

Como padrão de comparação, 10 μL da suspensão de esporos foram adicionados à placa contendo apenas o meio. Todas as placas foram incubadas na BOD a 25 °C, no escuro por 10 dias, sendo realizadas as medições nos dois lados do diâmetro do crescimento micelial no último dia de incubação.

3 RESULTADOS



O despulpamento das 120 unidades de pequi resultou em 1,525 kg de polpa. Esse montante foi dividido em três partes sendo, respectivamente, duas partes com 510 g e uma com 485 g. Os resultados da extração do óleo essencial da polpa de *Caryocar brasiliense*, em aparelho de Clevenger, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Quantificação do óleo essencial extraído da polpa de *Caryocar brasiliense*

Quantidade (g)	Rendimento (mL)
510	7,5
510	9
485	6,5

Fonte: Autoria própria, 2020.

Os resultados obtidos na determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) do óleo essencial, extraído da polpa do pequi para as espécies do gênero *Aspergillus*, estão descritos na Tabela 2 e o controle relativo na Tabela 3.

Tabela 2- Concentração Mínima Inibitória do óleo essencial de *Caryocar brasiliense* para as espécies *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus*

Espécies	Concentrações (10 µL mL ⁻¹)							
	500	250	125	62,5	31,25	15,62	7,81	3,90
Diâmetros dos halos de inibição (cm)								
<i>A. carbonarius</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>A. niger</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>A. ochraceus</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI

Fonte: Autoria própria, 2020. Obs.: NI- não ocorreu inibição.

Tabela 3- Concentração Mínima Inibitória do controle relativo sobre as espécies *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus*

Espécies	Concentrações (10 µL mL ⁻¹)	
	DMSO	Manzate
Diâmetros dos halos de inibição (cm)		
<i>A. carbonarius</i>	NI	0,5
<i>A. niger</i>	NI	1,8
<i>A. ochraceus</i>	NI	1,2

Fonte: Autoria própria, 2020. Obs.: NI- não ocorreu inibição; DMSO- dimetilsulfóxido.

Neste estudo não foram detectadas concentrações mínimas inibitórias do óleo essencial de pequi frente as cepas testadas. Somente o antifúngico Manzate 800, utilizado para controle positivo, apresentou halos de inibição para o crescimento das espécies *A. carbonarius*, *A. niger*, *A.*



ochraceus, na concentração de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$. O DMSO utilizado para controle negativo também não apresentou atividade de inibição.

Na concentração de 125 $\mu\text{L mL}^{-1}$ obteve-se total inibição do desenvolvimento das espécies *A. carbonarius*, *A. niger* e *A. ochraceus*. Houve crescimento micelial das espécies nas demais concentrações do óleo, sendo que na concentração 62,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ foram observados efeitos inibitórios parciais para todas as espécies testadas, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4- Medida do crescimento micelial das espécies *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus* em meio de cultura *Ágar Extract Malt* (MEA), acrescido de diferentes concentrações do óleo essencial, no 10º dia do experimento

Espécies	Concentrações ($\mu\text{L mL}^{-1}$)						
	125	62,5	31,25	15,62	7,81	3,90	0
	Diâmetros miceliais (cm)						
<i>A. carbonarius</i>	0	1,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5
<i>A. niger</i>	0	3,1	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
<i>A. ochraceus</i>	0	1,5	2,8	3	3,2	4,5	4,5

Fonte: Autoria própria, 2020.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No total, foram obtidos 23 mL de óleo essencial da polpa de *C. brasiliense*. A quantidade de óleo extraído de cada amostra tem relação direta com o cultivo e manejo do fruto, onde diversos fatores do local de origem, como disponibilidade de água, oxigênio, luz, pH e clima, interferem diretamente na constituição química e física do fruto (OLIVEIRA et al., 2010; CORDEIRO et al., 2013).

O antifúngico Manzate apresenta atividade antifúngica comprovada, assim como a DMSO, que é um composto que não possui atividade de inibição e tem eficácia no controle negativo. Assim, os efeitos de inibição e não inibição dessas substâncias já eram esperados.

Passos et al. (2002) ao avaliarem a CMI concluiu que óleos fixos da semente e da amêndoa, de *C. brasiliense*, eram eficazes como fungicidas, havendo a formação de halos de inibição frente a *Cryptococcus neoformans*. A ação antifúngica foi relacionada ao acetato de etila presente nos óleos essenciais dos frutos de *C. brasiliense*.

A ação do acetato de etila está relacionada à sua composição química, composta de taninos condensados (monômeros, dímeros e trímeros), flavonóides glicosilados e taninos hidrolisáveis (GUIMARÃES et al., 2001).

Segundo Batista (2010), os taninos que estão presentes no óleo de pequi possuem a capacidade de precipitar proteínas e de sequestrar íons metálicos, principalmente o ferro, essencial ao desenvolvimento de microrganismos, propiciando o efeito antimicrobiano.

As diferenças de resultados na determinação do CMI entre este estudo e o de Passos et al. (2002) são devido o óleo essencial utilizado e as espécies fúngicas testadas em cada experimento. Enquanto esta pesquisa utiliza óleo essencial, volátil, da polpa do pequi sobre cepas fúngicas



do gênero *Aspergillus*, a pesquisa de Passos et al. (2002) envolve o teste do óleo fixo, não volátil, da semente e da amêndoa do pequi sobre o crescimento micelial de *Cryptococcus neoformans*, havendo poucas similaridades entre os óleos e as espécies fúngicas testadas.

Na determinação do Efeito Antifúngico sobre o crescimento micelial, ao contrário do observado no teste de CMI, o óleo essencial da polpa do *Caryocar brasiliense* apresentou ação antifúngica frente às cepas utilizadas. Provavelmente, a não detecção de CMI está relacionada à metodologia, pois o óleo é adicionado a discos de papel filtro e não diretamente no meio de cultura, o que pode ter dificultado o contato dos fungos com os componentes antifúngicos do óleo.

A espécie mais resistente ao óleo essencial foi *A. niger*, apresentando os maiores diâmetros de crescimentos nas concentrações 62,5 e 31,25 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Nas demais concentrações testadas, *A. niger* se equiparou em crescimento com *A. carbonarius* ocupando toda circunferência da placa. O *A. ochraceus* foi o mais suscetível à inibição do óleo, tendo os menores desenvolvimentos miceliais entre as concentrações 62,5 e 7,81 $\mu\text{L mL}^{-1}$.

O fato de, somente na concentração 125 $\mu\text{L mL}^{-1}$ não haver crescimento fúngico, indica que a inibição total do desenvolvimento micelial está relacionada com a concentração de óleo utilizada.

Tanto o óleo fixo da semente do pequi quanto o da amêndoa possuem propriedades antifúngicas relacionadas à presença de ácidos graxos de natureza saturada e insaturada (ARAÚJO, 1995).

Lima et al. (2007) observaram que os ácidos graxos presentes na polpa do pequi eram, predominantemente, ácidos graxos insaturados (61,35%), dos quais 55,87% correspondem ao ácido oleico. O ácido oleico, nos experimentos de Silva (2015), mostrou atividade antifúngica frente a isolados clínicos de *Candida albicans* e *Candida tropicalis* (ATCC 750), sendo eficiente no tratamento da candidíase vaginal. Provavelmente, a propriedade antifúngica do óleo essencial da polpa do pequi está diretamente relacionada à presença de ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico.

Oliveira et al. (2006) e Lima et al. (2007) indicaram que a polpa do *C. brasiliense* apresenta 3 % de proteínas, 11,45% de carboidratos, 33,40% de lipídios e 10,02% de fibras. As propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais devem-se à sua característica lipofílica (BAKKALI et al., 2008). A hidrofobicidade do óleo essencial permite a interação entre o óleo e os lipídeos da membrana celular, interferindo na sua permeabilidade e causando alterações em sua estrutura (COSTA et al., 2011).

Lima et al. (2007) afirma que em relação aos fenólicos totais, a polpa do pequi possui 209 mg 100 g⁻¹. Segundo Gilles et al. (2010), a maioria dos óleos essenciais possuem algum grau de atividade antimicrobiana devido a ação de compostos fenólicos, monoterpenos e terpenóides presentes em sua composição.

A diferença na atividade antifúngica entre óleos essenciais, de uma mesma espécie de planta, pode ser explicada pela variação no quimiotipo, devido às diferenças geográficas, de idade, pelo método de extração do óleo, ou por diferenças entre subespécies (MAKSIMOVIC et al. 2008).

CONCLUSÃO



Os resultados obtidos neste estudo indicam que óleo essencial da polpa do pequi possui atividade antifúngica, apresentando eficácia na inibição do crescimento micelial das espécies *A. carbonarius*, *A. niger* e *A. ochraceus*. Não foram obtidas Concentrações Mínimas Inibitórias (CMI) do óleo essencial de pequi para as espécies de fungos testadas.

Trabalhos avaliando o efeito antifúngico do óleo essencial da polpa de pequi sobre fungos do gênero *Aspergillus* não foram encontrados, sendo este um estudo pioneiro.

Análises cromatográficas do óleo essencial, assim como outros testes, são necessários para a atribuição definitiva da propriedade antifúngica do pequi e qual constituinte lhe confere tal efeito.

Estudos nessa área são de extrema necessidade para obtenção de compostos naturais antimicrobianos capazes de substituir substâncias químicas sintéticas, altamente tóxicas, prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana.

REFERÊNCIAS

AFONSO, S. O. M. ***Aspergillus niger: sua utilização na indústria farmacêutica***. 2015. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)- Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Portugal, 2015.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; GOMES, M. S.; AZEREDO, C. M. O.; BATISTA, L. R.; SOARES, M. J.; RODRIGUES, L. M. A.; FIGUEIREDO, A. C. S. Biological activity of the essential oils from *Cinnamodendron dinisii* and *Siparuma guianensis*. **Brazilian Journal of Microbioly**, v.46, n.1, p.189-194, 2015.

AQUINO, L. C. L.; SANTOS, G. G.; TRINDADE, R. C.; ALVES, J. A. B.; SANTOS, P. O.; ALVES, P. B.; BLANK, A. F.; CARVALHO, L. M. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de erva-cidreira e manjeriço frente a bactérias de carnes bovinas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n.4, p. 529–535, 2010. Disponível em:<<https://www.monografias.ufs.br/bitstream/riufs/1525/1/AtividadeAntimicrobianaManjeri%20cao.pdf>> Acesso em: 25 mar. 2020.

ARACRI, F. M. **Produção de tanases por biofilmes de *Aspergillus ochraceus* e potencial de aplicação**. 2019. 54 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biotecnologia)- Instituto de Química, Araraquara, 2019. Disponível em:<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181130/aracri_fm_me_araiq_par.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em: 09 abr. 2020.

ARAÚJO, A. C. A. **Obtenção do óleo de sementes dos frutos do Cerrado pequi (*Caryocar brasiliense Camb*) e murici (*Byrsonima crassifolia*) utilizando diferentes solventes no processo de extração**. 2016. 199 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.



ARAÚJO, F. D. A Review of *Caryocar brasiliense* (Cariocaraceae): In Economically Valuable Species of the Central Brazilian Cerrados. **Economic Botany**, New York, v. 49, n. 1, p. 40-48, 1995.

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Confirmation of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 17, n. 3-4, p. 385-396, 2004. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157504000298?via%3Dihub>> Acesso em: 02 out. 2019.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils- A review. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados á obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 646-656, 2009. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27302009000500017&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 12 set. 2019.

BATISTA, J. S.; SILVA, A. E.; RODRIGUES, C. M. F.; COSTA, K. M. F. M.; OLIVEIRA, A. F.; PAIVA, E. S.; NUNES, F. V. A.; OLINDA, R. G. Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 441-447, 2010. Disponível em:<http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77_3/batista.pdf> Acesso em: 02 out. 2019.

BENNET, J.W; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinial Microbiology Review**, v.16, n. 3, p. 497-516, 2003.

BONAPAZ, L. S.; AFONSO, M. A.; DUTRA, M. S.; FRANCESCATO, L. N.; DIEL, V. B. N. Potencial fungitóxico de óleos volatéis e extratos vegetais no controle alternativo *in vitro* de fungos do gênero *Aspergillus* e *Fusarium*. **Revista de Ciências Ambientais (RCA)**, Canoas, v. 13, n. 3, p. 07-16, 2019. Disponível em:<<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/4003/pdf>> Acesso em: 27 mar. 2020.

CARVALHO, P. E. R. **Pequizeiro *Caryocar brasiliense***. Colombo: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578664/1/CT230.pdf>> Acesso em: 03 ago. 2019.



CHAVES, M. R. V.; OLIVEIRA, G. M. G.; NETO, M. J.; NEVES, F. M. L.; BARBOSA, I. M. L. Potencial fungicida de plantas medicinais do Cerrado da costa leste do estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Saúde e Meio Ambiente (RESMA)**, Três Lagoas, v. 6, n. 1, p. 71-80, 2018. Disponível

em:<<https://pdfs.semanticscholar.org/2558/96198655ded0454e1c1fd6e2264607f73ec7.pdf>>

Acesso em: 27 mar. 2020.

CORDEIRO, V. A. S.; DORNELES, M. M.; SILVA, A. G.; TOLEDO, E. D.; CHAGAS, J. F. R. Potencial fungitóxico do extrato etanólico de pinhão-roxo no controle de *Bipolaris* sp. Na cultura do milho. **XI Congresso Interdisciplinar- Cerrado, Sua Riqueza e Diversidade**, Goianésia, v. 4, n. 1, 2019. Disponível

em:<<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/cifaeg/article/view/5038>> Acesso em: 27

mar. 2020.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200018> Acesso em: 27 mar. 2020.

DINIZ, D. M. **Atividade anti-inflamatória de micro emulsão contendo óleo de pequi (*Caryocar coriaceum* W.)**. 2015. 37 p. Monografia (Graduação em Farmácia)- Faculdade de Farmácia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015. Disponível

em:<<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8235/1/PDF%20-%20Danielle%20Mendes%20Diniz.pdf>> Acesso em: 20 set. 2019.

EMERENCIANO, N. M. J. **Avaliação da atividade antibacteriana do óleo de pequi extraído artesanalmente (*Caryocar* sp.)**. 2016-2017. 53 p. Monografia (Graduação em Nutrição)- Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória, 2017. Disponível

em:<<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/19381/1/EMERENCIANO%2C%20Nath%20C%20A%20Moura%20Jord%20C%20A%20.pdf>> Acesso em: 22 set. 2019.

FERRARA, M.; PERRONE, G.; GAMBACORTA, L.; EPIFANI, F.; SOLFRIZZO, M.; GALLO, A. Identification of a Halogenase Involved in the Biosynthesis of Ochratoxin A in *Aspergillus carbonarius*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 82, n. 18, p. 5631-5641, 2016. Disponível em:<<https://aem.asm.org/content/aem/82/18/5631.full.pdf>> Acesso em: 02 abr. 2020.

FRANCO, L. M. L.; UMMUS, M. E.; LUZ, R. A. **A distribuição do pequi (*Caryocar brasiliense*) na estação ecológica de Itirapina, SP**. v.6. Goiânia: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, AGB, 2004.



GARCIA, D.; RAMOS, A. J.; SANCHIS, V.; MARÍN, S. Modelling the effect of temperature and water activity in the growth boundaries of *Aspergillus ochraceus* and *Aspergillus parasiticus*. **Food microbiology**, v. 28, n. 3, p. 406-417, 2011. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002010002546?via%3Dihub>> Acesso em: 29 mar. 2020.

GILLES, M.; ZHAO, J.; NA, M. Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian Eucalyptus species. **Food Chemistry**. v.119, p. 731-737, 2010.

GONÇALEZ, E.; SILVA, J. L.; REIS, T. A.; NAKAI, V. K.; FELICIO, J. D.; CORRÊA, B. Produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico por cepas de *Aspergillus flavus* isoladas de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 3, p. 312-217, 2013. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572013000300008> Acesso em: 01 set. 2019.

GUIMARÃES, D. O.; RIBEIRO, J. P. ; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; GARCIA, A. C. F.; PIRES, J. S.; CASTRO, A. C. M.; SILVA, M. R. R.; FERREIRA, H. D. **Atividade antifúngica de taninos de *Caryocar brasiliensis*** Camb. Botucatu: V Jornada Paulista de Plantas Mediciniais, p. 158-158, 2001.

HERMANNNS, G.; PINTO, F. T.; KITAZAWA, S. E.; NOLL, I. B. Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.1, p. 7-10, 2006.

KLEIN, A. P. P.; SOUZA, J. **Otimização do processo de obtenção do óleo essencial de folhas frescas e secas, de Capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) por hidrodestilação**. 2012. 35 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

LEEUWEN, M. R. V.; KRIJGSHELD, P.; BLEICHRODT, R.; MENKE, H.; STAM, H.; STARK, J.; WOSTEN, H. A. B.; DIJKSTERHUIS, J. Germination of conidia of *Aspergillus niger* is accompanied by major changes in RNA profiles. **Studies in Mycology**, v. 74, n. 1, p. 59-70, 2013. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166061614600865?via%3Dihub>> Acesso em: 08 abr. 2020.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000300052> Acesso em: 25 ago. 2019.



MAKSIMOVIC, Z.; MILENKOVIC, M.; VUCICEVIC, D.; RISTIC, M. Chemical composition and antimicrobial activity of *Thymus pannonicus* All. (Lamiaceae) essential oil. **Central European Journal Biology**, v.3, p. 149-154, 2008.

MEIJER, M.; HOUBRAKEN, J. A. M. P.; DALHUIJSEN, S.; SAMSON, R. A.; VRIES, R. P. Growth and hydrolase profiles can be used as characteristics to distinguish *Aspergillus niger* and other black aspergilla, **Studies in Mycology**, v. 69, n. 1, p. 19-30, 2011. Disponível em:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3161755/pdf/simycol_69_1_002.pdf> Acesso em: 08 abr. 2020.

MIRANDA, C. A. S. F. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 213-220, 2016. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rca/v47n1/0045-6888-rca-47-01-0213.pdf>> Acesso em: 31 mar. 2020.

MIRANDA-VILELA, A. L.; GRISOLIA, C. K.; RESCK, I. S.; MENDONÇA, M. A. Characterization of the major nutritional components of *Caryocar brasiliense* fruit pulp by NMR spectroscopy. **Química Nova**, v. 9, n. 32, p. 2310-3, 2009.

MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L. F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. v. 4. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, 2009.

NEOGEN CORPORATION. Ágar Malte- Malt Agar (7456). Rev 2, 2011. Disponível em:<https://www.neogen.com/globalassets/pim/assets/original/10000/7456_pt_pi.pdf> Acesso em: 20 abr. 2019.

NUNES, I. L.; MAGAGNIN, G.; BERTOLIN, T. E.; FURLONG, E. B. Arroz comercializado na região sul do Brasil: aspectos micotoxicológicos e microscópicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 190-194, 2003.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E. Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2008. Disponível em:<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/pequi2_000g6vgzrwj02wx5ok0wtedt3jlubacj.pdf> Acesso em: 03 ago. 2019.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. E.; MATOS, N. M. S.; SAMPAIO, F. G. M.; LOPES, M. M. T. Características químicas e físico-químicas de pequis



da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 114-125, 2010.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. M.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 28, v. 3, p. 380-6, 2006.

PALACIOS-CABRERA, H.; TANIWAKI, M. H.; HASHIMOTO, J. M.; MENEZES, H. C. Growth of *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* and *A. niger* on culture media at different water activities and temperatures. **Brazilian Journal of Microbiology**, Campinas, v.36, n.1, p. 24-28, 2005. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822005000100005> Acesso em: 09 abr. 2020.

PASSOS, X. S.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; FERNANDES, O. F. L.; PAULA, T. F.; GARCIA, A. C. F.; SILVA, M. R. R. Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 35, n. 6, p. 623-627, 2002. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822002000600013> Acesso em: 01 ago. 2019.

PEREIRA, A. V. A. **Estudo e implementação de um sistema de testes rápidos para a avaliação de micotoxinas em aperitivos, frutos secos e desidratados em indústria alimentar**. 2017. 92 p. Tese (Pós-Graduação em Processos Químicos e Biológicos)- Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2017. Disponível em:<<http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18296/1/Ana-Vanessa-Andrade-Pereira.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2020.

PEREIRA, K. C.; SANTOS, C. F. Mycotoxins and the ir carcinogenic potential. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 4, p. 147-165, 2011.

PIANOVSKI, A.R.; VILELA, A. F. G.; SILVA, A. A. S.; LIMA, C. G.; SILVA, K. K.; CARVALHO, V. F. M.; MUSIS, C. R.; MACHADO, S. R. P.; FERRARI, M. Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 249-259, 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322008000200010> Acesso em: 26 out. 2019.

PITT, J.I.; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage**. 2 ed. Cambridge: Chapman & Hall, 2009.



RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. et al. **Biologia Vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2001.

RIBEIRO, D. M. **Propriedades físicas, químicas e bioquímicas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes regiões do Cerrado**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição)- Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em:<https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9962/1/2011_DeboraMeloRibeiro.pdf> Acesso em: 06 ago. 2019.

RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.21, n.6, p.445-463, 2008. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157508000458>> Acesso em: 04 out. 2019.

RODRIGUES, M. P. **Efeitos do óleo ade neem (*Azadirachta indica*) sobre o crescimento in vitro e produção de ocratoxina A por cepas de *Aspergillus carbonarius***. 2019. 49 p. Tese (Programa de pós-graduação em ciência animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola Veterinária, Belo Horizonte, 2019. Disponível em:<<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31548/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Mariana%20Paiva%20Rodrigues.pdf>> Acesso em: 03 abr. 2020.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000100010> Acesso em: 08 set. 2019.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLCPDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 13, p. 5.062-5.072, 2007. Disponível em:<<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf0705421>> Acesso em: 22 set. 2019.

SAMSON, R.A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C. **Introduction to Food and Airborne Fungi**. 6. ed. Utrecht: CBS, 2001.

SANTOS, E. R. D. **Material complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos**. Florianópolis: LANTEC, 2015.

SARTO, M. P. M.; ZANUSSO JUNIOR, G. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. **Revista Uningá Review**, Maringá, v. 20, n. 1, p. 98–102, 2014. Disponível em:<<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1559/1170>> Acesso em: 25 mar. 2020.



SERRA, R. **Micotoxicologia**. 9. ed. Porto Alegre: Repositório UM -repositório institucional da Universidade do Minho, 2005.

SILVA, M. A. P.; MEDEIROS FILHO, S. Morfologia de Fruto, Semente e Plântula de Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 320-325, 2006.

SILVA, M. N. **Avaliação de carotenoides de leveduras pigmentadas quanto ao potencial antifúngico in vitro e em modelo experimental de candidíase vaginal**. 2015. 108 p. Tese (Mestrado em Biologia de Fungos)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000600051&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 13 set. 2019.

SOUZA, D. R.; SOUSA, G. A.; ARAUJO, I. F. B.; PEREIRA, L. M.; BEZERRA, V. S.; MAEQUES, R. B. Efeitos tóxicos de fungos nos alimentos. **Revista Intertox**, Risco Ambiental e Sociedade, v.10, n.2, p. 73-84, 2017. Disponível em:<<http://autores.revistarevinter.com.br/index.php?journal=toxicologia&page=article&op=view&path%5B%5D=281>> Acesso em: 22 ago. 2019.

SPECIES FUNGORUM. (2014). **Detalhes das espécies: *Aspergillus niger* Tiegh.** 1867. Disponível em:<<http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/ea00b3b8c44dbcf76443e20f78411dc2>> Acesso em: 08 abr. 2020.

TRAJANO, V. N.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; TRAVASSOS, A. E. R. Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 542-545, 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n3/a14v29n3.pdf>> Acesso em: 16 set. 2019.

VECCHIA, A. D.; CASTILHOS-FORTES, R. C. Contaminação fúngica em granola comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p. 324-327, 2007. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/19.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2019.

Recebido em: 30 de setembro 2022

Aceito em: 29 de novembro 2022