



APLICABILIDADE DO ÓLEO DE PEQUI NA CICATRIZAÇÃO

Jéssica Fernanda Bertolino¹, Kamilla Dias Ferreira¹, Lucas José Santos Mascarenhas²,
Leiny Paula de Oliveira¹, Valcinir Aloisio Scalla Vulcani³

¹Doutorandas, Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás,
Goiânia, Brasil

²Mestrando, Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás,
Goiânia, Brasil

³Professor Doutor – Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás,
Campus de Jataí, Jataí (GO)
e-mail: jessicafbortolino@hotmail.com

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019A16

RESUMO

O cerrado está presente em diferentes regiões do país e apresenta abundante biodiversidade de flora, apresentando diversos tipos de plantas que são muito utilizadas na medicina popular para o tratamento de enfermidades. O pequi é fruto do pequizeiro, pertencente à família Caryocaraceae, árvore frutífera e característica da região do cerrado. Essa espécie desenvolve importante papel para os habitantes destas regiões devido à utilização tanto do arbusto quanto do fruto para diferentes atividades econômicas. Devido ao valor terapêutico das diferentes partes do fruto, este assunto vem sendo pesquisado para comprovação da sua eficácia já que, por exemplo, no óleo do pequi existem diferentes substâncias com capacidade antimicrobiana, anti-inflamatória e cicatrizante. Um dos componentes do pequi, os ácidos graxos, são considerados mediadores anti-inflamatórios e auxiliam no processo de cicatrização. Deste modo, com esta revisão objetiva-se reunir informações sobre a composição do óleo de pequi e dos mecanismos bioquímicos e fisiológicos que estão envolvidos na medicina popular e experimental, no que diz respeito à ação anti-inflamatória e cicatricial.

PALAVRAS- CHAVE: Caryocaraceae; cerrado, anti-inflamatório

APPLICABILITY OF PEQUI OIL IN HEALING

ABSTRACT

The cerrado is present in different regions of the country and presents abundant biodiversity of flora, presenting several types of plants that are widely used in folk medicine for the treatment of diseases. The pequi is the fruit of the pequi tree, belonging to the family Caryocaraceae, a fruit tree and characteristic of the cerrado region. This species plays an important role for the inhabitants of these regions due to the use of both shrub and fruit for different economic activities. Due to the therapeutic value of the

different parts of the fruit, this subject has been researched to prove its efficacy since, for example, in pequi oil there are different substances with an antimicrobial, anti-inflammatory and healing capacity. One of the components of pequi, the fatty acids, are considered anti-inflammatory mediators and assist in the healing process. Thus, this review aims to gather information about the composition of pequi oil and the biochemical and physiological mechanisms that are involved in popular and experimental medicine, with regard to the anti-inflammatory and cicatricial action.

KEYWORDS: Caryocaraceae; cerrado; anti-inflammatory,

INTRODUÇÃO

O Cerrado, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), ocupa uma área de aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, correspondendo a 23,92% da área total do Brasil e abrange diferentes estados brasileiros. Apresenta uma rica biodiversidade na sua fauna e flora e sua vegetação é formada principalmente por plantas herbáceas, arbustos e árvores de pequeno porte. O solo é pouco fértil, porém as plantas são capazes de sobreviver nesse ambiente (FRANCOSO et al., 2015).

Neste bioma encontram-se diversas espécies de plantas que são utilizadas na medicina popular por possuírem bioativos importantes para a saúde (ALMEIDA, 2016). A prática de tratamento com plantas é muito antiga e é resultado de conhecimentos passados entre gerações, desde a antiguidade. O seu uso tem motivado interesse em muitos pesquisadores pelos seus vários efeitos medicinais, baixo custo e fácil obtenção (CUNHA et al., 2015).

Plantas medicinais são definidas como vegetais, ou até mesmo seus frutos, que são compostos por substâncias que apresentem ação terapêutica. Estas plantas apresentam grande uso no Brasil, tendo suas propriedades reconhecidas no mundo todo. Os produtos de origem natural são utilizados por grande parte da população brasileira, principalmente pela tradição popular e pelo baixo poder aquisitivo (CUNHA et al., 2015).

O pequi é popularmente conhecido como "pequi", "piqui", "pequiá", "amêndoa de espinho", "grão de cavalo" ou "amêndoa do Brasil". Adapta-se às mais diversas condições ecológicas, desempenhando um importante papel na vida dos habitantes dessas regiões. Os seus frutos podem ser comercializados ou utilizados para consumo alimentício, na produção de mel e óleo, como medicamento, ornamental, entre outros (CARLOS et al., 2014).

É conhecido como um fruto típico do cerrado, pertencente à família Caryocaraceae que apresenta 25 espécies, dentre as quais três são encontradas no cerrado brasileiro. O fruto do pequizeiro é constituído por expocarpo, mesocarpo e endocarpo, sendo muito apreciado e utilizado na culinária das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, além da sua utilização na medicina popular (BATISTA et al., 2010).

A polpa do fruto do pequizeiro é fonte de vários nutrientes, como lipídios, proteínas, vitaminas, minerais e carotenóides. Da polpa do pequi é extraído o óleo que é utilizado na alimentação, na indústria cosmética, na medicina popular, além do uso como combustíveis e lubrificantes. Seu valor terapêutico, na medicina popular, vem sendo pesquisado para comprovar sua eficácia, pois no óleo existem substâncias que favorecem o tratamento de feridas, devido a sua capacidade anti-inflamatória e cicatrizante (CARLOS et al., 2014).

O óleo da polpa do pequi possui, além de outros compostos, alto teor de ácidos graxos, que são considerados mediadores anti-inflamatórios, além de auxiliarem no processo de cicatrização (COLOMBO et al., 2015). Os principais ácidos graxos encontrados são os ácidos linoleico, oleico e linolênico, os quais são importantes no auxílio da reparação tecidual (BATISTA et al., 2010).

Desta forma, o objetivo desta revisão é de compilar as informações acerca da composição do óleo de pequi, da sua utilização na medicina popular e experimental e dos mecanismos bioquímicos e fisiológicos envolvidos na sua ação anti-inflamatória e cicatricial.

Caracterização do ambiente natural de plantas nativas do cerrado

O cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira, ocupando cerca de 24% do território nacional (MMA, 2014). É considerado a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade, ultrapassando 10 mil espécies, em comparação às outras floras mundiais. Sua vegetação está distribuída nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Distrito Federal e São Paulo (FRANCOSO et al., 2015). Apresenta diversas espécies frutíferas com características peculiares e intensas. Os seus frutos despertam interesse das indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentícias (BEUCHLEA et al., 2015).

O clima desta região é conhecido como tropical estacional, no qual há períodos chuvosos, de setembro a abril, e períodos de seca, de maio a agosto, e as temperaturas ficam entre 22 a 27°C durante o ano, com máximas que podem ultrapassar 40°C (FRANCOSO et al., 2015).

O relevo da região do cerrado é plano em sua maior parte, porém existem áreas com suaves ondulações, predominando planaltos ou chapadões. A vegetação é constituída por gramíneas, arbustos e árvores espaçadas, de baixo porte, que possuem, geralmente, caules tortuosos, ramos retorcidos, cascas espessas, folhas grossas e raízes longas, permitindo a absorção de água disponível no solo abaixo de dois metros de profundidade mesmo em época de seca (FRANCOSO et al., 2015).

Os frutos nativos do cerrado são conhecidos e importantes por serem fontes de compostos bioativos com importantes funções antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antitumorais e cicatrizantes, principalmente relacionados aos compostos fenólicos e carotenoides (HORN et al., 2014; COLOMBO et al., 2015).

Desta forma, o uso de plantas do cerrado, para tratamento de lesões e doenças é muito comum na cultura popular e tem despertado o interesse de pesquisadores e da indústria de alimentos e farmacêutica (ALVES et al., 2014; PIRIZ et al., 2014). Por outro lado, a escassez de estudos voltados para a composição e ação farmacológica destas plantas, inviabiliza a comprovação dos efeitos orgânicos, bem como as indicações terapêuticas (BATISTA et al., 2010).

Existem diversas plantas frutíferas nativas do cerrado, dentre as quais destaca-se o murici (*Byrsonima crassifolia*), a cagaita (*Eugenia dysenterica*), a mamacadela (*Brosimum gaudichaudii*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), a copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e o pequi (*Caryocar brasiliense*), principalmente em função da ampla variedade de utilizações gastronômicas e potencialidades de aplicações biomédicas (CARVALHO, 2008; ALVES et al., 2014).

Pequi (*C. brasiliense*): caracterização botânica

O pequizeiro pertence à família Caryocaraceae, e se subdivide nos gêneros *Caryocar* L. e *Anthodiscus* G. Mey e em 25 espécies. Dez espécies pertencem ao gênero *Caryocar*, sendo encontradas no território brasileiro. Especificamente no cerrado são encontradas três espécies: *Caryocar brasiliense* Camb, *Caryocar coriaceum* Wittm e *Caryocar cuneatum* Wittm (CARVALHO, 2008).

Apesar da maior parte da família Caryocaraceae ser originária da região amazônica, a espécie *Caryocar brasiliense* Camb é a mais incidente na região central do Brasil, sendo característica da vegetação do cerrado (BATISTA et al, 2010). Dentre as espécies nativas do cerrado, em Goiás, o pequizeiro (Figura 1) predomina sobre as outras espécies, tanto em área de ocorrência como em frequência (CARVALHO, 2008).

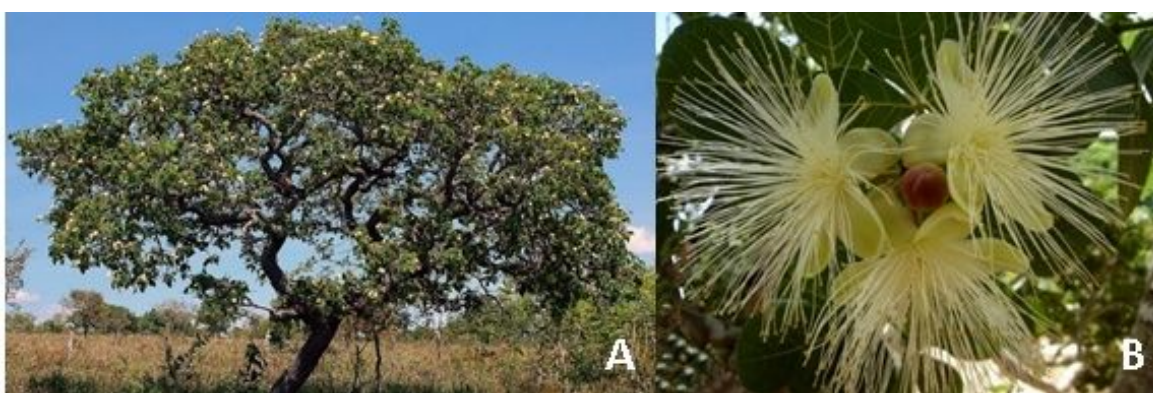


FIGURA 1 - Em A, pequizeiro em florescência. Observa-se as características de árvore do cerrado, com tronco e galhos tortuosos. Em B, flores do pequi. Suas flores são hermafroditas, compostas por cinco pétalas esbranquiçadas, livres entre si, com numerosos estames. Fonte: <http://www.caliandradocerrado.com.br/>

O fruto do pequizeiro (Figura 1), o pequi, tem sua nomenclatura originada do tupi “pyqui”, na qual “py” significa casca ou pele e “qui” espinho, fazendo referência aos espinhos encontrados no endocarpo do fruto (CARVALHO, 2008). O pequi é composto por casca, polpa, espinho e semente. Caracteriza-se por ser uma dupla de conformação depresso-globosa, possui cerca de seis a sete centímetros de diâmetro, podendo ultrapassar 10 centímetros e possui de um a seis pirênios por frutos (MORAIS et al., 2017).

É constituído por exocarpo ou epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O epicarpo é a parte externa do fruto de coloração esverdeada a levemente amarelada quando o fruto está maduro, possui aspecto coriáceo (MORAIS et al., 2017). A região intermediária é chamada de mesocarpo, possui coloração amarelo claro, dividida em duas regiões, mesocarpo externo e mesocarpo interno (CARVALHO, 2008).

O mesocarpo interno é a porção comestível do fruto que possui coloração amarelada, podendo apresentar cor laranja, rósea ou esbranquiçada, e textura pastosa e oleaginosa. O endocarpo é recoberto com alta densidade de espinhos delgados, rígidos, de 2 a 5 mm de comprimento e de coloração avermelhada, característica do gênero, que protege a amêndoa ou a semente, que também é comestível (CARVALHO, 2008).



FIGURA 2 - Fruto do pequi, pequi (*Caryocar brasiliense*). Em A, corte transversal permitindo a visualização do mesocarpo externo (ME) e mesocarpo interno (MI). Em B, corte transversal do endocarpo (EN) e semente (SE).

Fonte: <http://www.caliandradocerrado.com.br/>

Perfil nutricional e fitoquímico do pequi (*C. brasiliense*)

A avaliação fitoquímica é recomendada para o conhecimento dos constituintes químicos presentes nas espécies vegetais e, desta forma, identificar grupos relevantes de metabólitos que constituem os princípios ativos vegetais. A partir desta identificação é possível fundamentar a utilização desses vegetais como fonte de matéria-prima farmacêutica (SIMÕES, 2010).

Alguns estudos foram realizados para avaliar e determinar a composição do pequi e os resultados mostraram que a composição sofre variação em função do clima, do solo da região, da altitude e da área de cultivo (LIMA et al., 2007; ALVES et al., 2014). A polpa do fruto do pequi é a parte mais utilizada do fruto, possui alto valor energético, aproximadamente, 358 calorias a cada 100 gramas e é uma fonte importante de fibra alimentar, lipídios e proteínas. Encontram-se também vitaminas A, B1, B2, B3 e C (LIMA et al., 2007).

Dentre os lipídios presentes na polpa, 61,35% são de ácidos graxos insaturados e 37,97% são de ácidos graxos saturados. Predominam os ácidos oleico, palmítico, com aproximadamente 55,87% e 35,17%, respectivamente, semelhantes aos teores encontrados na amêndoa. Encontram-se, também, no pequi, os ácidos palmitoleico, esteriárico, linoleico e outros ácidos graxos em menores quantidades (LIMA et al., 2007).

Mariano et al. (2009) também avaliaram os teores dos ácidos graxos voláteis oleico e palmítico na polpa do pequi, e encontraram valores de 43,59 a 56% para o primeiro e de 32 a 43,76% para o segundo. Além disso, detectaram também a presença de ácidos linoléico, esteárico, palmitoleico e ainda traços dos ácidos láurico, mirístico, palmitoleico, -linolênico, gadoleico, lignocérico e docahezaenoico (MARIANO et al., 2009).

A polpa do pequi e a amêndoa, também são fontes consideráveis de magnésio, zinco, cobre, fósforo, cálcio, ferro, manganês, potássio, sódio e fonte potencial de vitamina C (MARIANO et al., 2009). A elevada proporção de lipídios que compõem o pequi e a alta incidência de radiação solar sobre os frutos favorecem a geração de radicais livres e a lipoperoxidação. Desta forma, o pequi necessita de meios para interromper a degradação dos lipídios presentes no fruto (LIMA et al., 2007).

Compostos secundários presentes na planta, como os carotenóides, compostos fenólicos e vitamina E, possuem propriedades antioxidantes que apresentam papel importante na prevenção do estresse oxidativo no pequizeiro evitando a formação de radicais livres. Entende-se que estes compostos antioxidantes exercem consideráveis ações contra determinadas doenças causadas pelo acúmulo de danos oxidativos (LUSHCHAK, 2014).

Os antioxidantes, que apresentam em grande quantidade na polpa do mesocarpo do pequi, são compostos que retardam a ação dos radicais livres, podendo ser altamente reativos, principalmente os compostos derivados do oxigênio (LUSHCHAK 2014). Segundo Ramos et al. (2001) na polpa crua do pequi foi encontrado em média 231,09 µg/g de variados carotenoides como anteraxantina, mutatoxantina, zeaxantina, criptoflavina, -criptoxantina, -caroteno e -caroteno, enquanto que na polpa cozida foi encontrado 154,05µg/g de carotenoides. Já em estudo realizado por LIMA et al (2007), demonstrou-se que a concentração de carotenóides na polpa é 7,5 mg/100g, enquanto na amêndoa a concentração é de 0,295 mg/100g.

A concentração de compostos fenólicos totais chega a 209 mg/g de polpa, superior a muitas frutas consumidas no Brasil, como o abacaxi e o morango. Na amêndoa o teor é de 122 mg/100g. Os compostos fenólicos também podem neutralizar radicais livres devido a sua estrutura química formada por anel aromático e grupamentos hidroxila (LIMA et al., 2007).

Óleo de pequi (*C. brasiliense*): obtenção e composição

A extração do óleo da polpa do fruto pode ser feita de modo artesanal, empregando-se água quente. Inicia-se com a retirada da casca dos frutos e coloca-se sob cozimento por cerca de 40 minutos. Após o cozimento, os frutos são resfriados e colocados em uma gameleira para a maceração. Normalmente, o processo de maceração é realizado nas horas do dia em que a temperatura não é muito alta, para facilitar a coagulação da gordura. Em seguida, a gordura é separada e levada a novo cozimento para retirada da água. Dessa forma, com o derretimento da gordura, obtém-se o óleo que é envasado em garrafas (O'BRIEN, 2004; CAVALCANTI et al., 2015).

A extração artesanal por maceração é realizada, normalmente por pequenos produtores e possui baixo rendimento. No entanto, em pequenos processos industriais, realiza-se a extração por solventes como o hexano, o etanol e o isopropanol. O processo envolve a maceração inicial dos frutos e posterior contato com o solvente em equipamentos específicos, sob agitação (O'BRIEN, 2004). Recentemente, novas formas de extração têm sido pesquisadas, associando o uso de solventes com fluídos supercríticos, enzimas e membranas com diversos tipos de pré-tratamento como micro-ondas, ultrassom e pulsos elétricos (O'BRIEN, 2004).

O óleo de pequi apresenta menor grau de insaturação quando comparado com outros óleos comestíveis e, conseqüentemente, possui melhor estabilidade em relação à rancificação oxidativa (OLIVEIRA et al., 2010). Quando se compara o óleo obtido do pequi com outras fontes de óleos considerados comestíveis, observa-se que o mesmo apresenta certa similaridade com o óleo de algodão, cujo total de insaturados é de 71,10% e de saturados é de 24,30% (LIMA et al., 2007).

Utilização e aplicações populares do pequi e seus derivados (*C. brasiliense*)

O pequi é um dos frutos de maior interesse econômico, com forte potencial para a exploração sustentada, gerando renda para comunidades locais. A polpa tem grande potencial na culinária regional. É, tradicionalmente, consumida cozida, e pode ser preparado juntamente com carne e/ou arroz. A amêndoa é utilizada como ingrediente de doces, paçocas e farofas e é consumida também salgada, como petisco (ALVES et al., 2014).

O pequi ainda é explorado de forma artesanal e muito pouco industrializado, sendo a extração do óleo dos frutos o principal modo de processamento. Em algumas regiões tem se destacado, também, a produção de conserva e a fabricação do licor de pequi. A extração de óleos da polpa e da amêndoa do fruto possui grande importância na indústria cosmética, para produção de sabonetes e cremes e, na medicina popular (ALVES et al., 2014).

Popularmente, as folhas, cascas dos frutos e do pequizeiro e polpas dos frutos são muito utilizadas como diuréticos, em infusões antifebris, no tratamento de edemas, resfriados, gripes e doenças respiratórias em geral (HORN et al., 2014; SOUSA et al., 2014). Existem relatos que o óleo do pequi é utilizado no tratamento de úlceras gástricas, queimaduras, reumatismo e dores musculares. Além disso, o óleo apresenta atividade antifúngica, ação quimioterápica, propriedades antitumorais e efeito redutor dos processos inflamatórios e na pressão arterial (HORN et al., 2014; COLOMBO et al., 2015).

Além de experimentos para avaliação de atividade antimicrobiana e antifúngica, o óleo de *Caryocar brasiliense* pequi também foi testado em promastigotas de *L. chagasi*, onde foi possível observar a redução do crescimento destas (DANTAS, 2015). As partes dos frutos do pequizeiro, principalmente a casca, apresentam atividade antioxidante pela existência de compostos fenólicos e carotenóides, despertando o interesse de pesquisas relacionadas ao controle de enfermidades que cursam com estresse oxidativo (COLOMBO et al., 2015).

Silva et al. (2016) avaliaram o efeito anti-inflamatório do óleo de pequi associado ou não ao ultra-som no reparo de tendões de ratos após tendinite induzida, onde puderam observar que o óleo de pequi acelerou a recuperação dos tendões nos ratos, sendo a associação com o ultra-som ainda mais efetiva.

Processo cicatricial e a influência do óleo de pequi

A pele apresenta diferentes camadas que protegem o organismo de microorganismos e da desidratação (PEREIRA; BÁRTOLO, 2016). Porém, a pele esta suscetível a diferentes tipos de lesão, que desencadeiam e acionam as vias biológicas na tentativa de restabelecer a homeostasia tecidual, denominado processo de

cicatrização (PEREIRA; BÁRTOLO, 2016; LANDÉN et al., 2016). A cicatrização é um processo biológico complexo que envolve uma cascata de eventos coordenada por células e eventos moleculares (PEREIRA; BÁRTOLO, 2016).

O processo de cicatrização é, comumente, dividido em fases, que podem ocorrer simultaneamente, proporcionando o seu sucesso. As fases são: coagulação ou hemostática, inflamatória, proliferativa, e de remodelação da matriz extracelular (HARPER et al., 2014)

O início imediato após o surgimento da ferida é chamado fase hemostática ou de coagulação para impedir a perda de sangue. Esta fase depende da atividade plaquetária e da cascata de coagulação. Os trombócitos se agrupam e dá início a primeira resposta imediata dos vasos sanguíneos, que é a vasoconstrição mediada pelas catecolaminas, limitando a hemorragia e a saída de fluido e proteínas para o espaço extravascular (LANDÉN et al., 2016; CHILDS; MURTHY, 2017).

Ocorre também à ativação das plaquetas, para a formação do coágulo, composto por fibrina que atua na coaptação de feridas promovendo a hemostasia e impede a entrada de agentes exógenos e forma um suporte para migração celular, que é considerado uma matriz extracelular provisória que promoverá o acesso de queratinócitos, fibroblastos e células endoteliais na lesão. Além disso, fornece um ambiente para que as plaquetas secretem fatores de crescimento e citocinas. A matriz provisória é substituída por um tecido de granulação para a deposição de colágeno (LANDÉN et al., 2016).

A fase de vasoconstrição é seguida por uma fase de vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular, que irá permitir a saída de fluidos e proteínas para o espaço extravascular ocasionando a diapedese de células, como macrófagos, neutrófilos e leucócitos polimorfonucleares para a região lesionada, que conduz as próximas fases do processo de cicatrização (HARPER et al., 2014; CHILDS; MURTHY, 2017).

A fase proliferativa é a fase de reparação do tecido conjuntivo e do epitélio e é caracterizada pela granulação, com proliferação endotelial e de fibroblastos. Tem como função o restabelecimento da integridade da epiderme e da derme (CHILDS; MURTHY, 2017). Esta fase ocorre aproximadamente três dias após a lesão tecidual, e ocorre o recrutamento de monócitos que irão se diferenciar em macrófagos para dar início à fase proliferativa, participando na formação de tecido de granulação e liberação de citocinas e fatores de crescimento, além da formação de novos vasos sanguíneos. Os fatores de crescimento irão favorecer a proliferação de fibroblastos que sintetizam componentes estruturais e contribuem para o fechamento da lesão (LANDÉN et al., 2016).

O fibrinogênio do exsudato inflamatório transforma-se em fibrina e os fibroblastos depositam-se, multiplicam-se e secretam os componentes protéicos do tecido cicatricial. Simultaneamente à fibroplasia, ocorre intensa proliferação vascular, a angiogênese, que é imprescindível para o suprimento de nutrientes e oxigênio no local da ferida para ocorrer uma cicatrização adequada (HARPER et al., 2014).

O tecido de granulação é formado três a quatro dias após a indução da lesão, é uma etapa intermediária entre o desenvolvimento da malha formada por fibronectina e fibrina e a reestruturação do colágeno. Inicialmente o tecido de granulação é formado por vasos sanguíneos, macrófagos, fibroblastos e seus produtos

(colágeno, elastina, glicosaminoglicanos, elastinas, fibronectina e proteases) (PEREIRA; BARTOLO, 2016; LANDÉN et al., 2016).

Após o restabelecimento do fluxo sanguíneo, promovendo a oxigenação, a angiogênese é reduzida, iniciando a fase de contração das margens da ferida, pelos fibroblastos ativados que se diferenciam em miofibroblastos. Os miofibroblastos aproximam as bordas da ferida fazendo com que as fibras de colágeno se sobreponham e se misturem, e a sua atividade contrátil é responsável pelo fechamento das feridas (LANDÉN et al., 2016).

Ao final dessa fase ocorre a epitelização com a migração de queratinócitos não danificados das bordas da ferida e dos anexos epiteliais. É importante ressaltar que a migração dos queratinócitos é determinada pelo conteúdo de água na ferida, feridas ressecadas tendem a ter uma reepitelização mais lenta do que feridas ocluídas e úmidas (HARPER et al., 2014).

A última fase da cicatrização, denominada de fase de remodelamento, é caracterizada pela deposição de colágeno de maneira organizada. Nessa fase ocorre a angiogênese e da atividade celular, porém a síntese e a produção de colágeno aumentam (CHILDS; MURTHY, 2017). A princípio é produzido um colágeno mais fino quando comparado ao colágeno de uma pele sem lesão, posteriormente esse colágeno inicial é reabsorvido e substituído por um colágeno mais espesso e organizado ao longo das linhas de tensão, aumentando a força tênsil da ferida (CLARK, 1998).

Aplicações do óleo de pequi na cicatrização

Diversas comunidades do bioma cerrado brasileiro têm relatado o uso do óleo de pequi na medicina popular, principalmente, devido aos seus efeitos anti-inflamatórios e cicatrizantes. O óleo de pequi tem sido utilizado também como tonificante, expectorante, no tratamento de bronquites, gripes, resfriados, úlceras gástricas, edemas e queimaduras (LIMA et al., 2007).

Como visto, o pequi tem sido relacionado a diferentes propriedades medicinais, dentre essas, pode-se citar a ação benéfica no processo cicatricial de feridas. A resposta cicatricial positiva que tem sido relatada em alguns trabalhos, está relacionada ao alto teor de ácidos graxos insaturados presentes no óleo de pequi, que aceleram eventos celulares, bioquímicos e fisiopatológicos. Estas substâncias atuam como mediadores pró-inflamatórios que estimula a produção de fatores de crescimento, promove a fibroplasia e a neovascularização no tecido lesionado (HATANAKA; CURTI, 2007; BATISTA et al., 2010).

Um estudo realizado por Le et al (2009) relata que os ácidos graxos possuem importante papel nas respostas imunes, interferem na vasoconstrição, quimiotaxia, adesão, extravasamento de leucócitos, ativação e morte celular. Os principais ácidos graxos importantes no processo de cicatrização são os ácidos linoleico e linolênico. O ácido linoleico é fundamental na regulação da produção de collagenase, pela quimiotaxia de macrófagos. Também favorece o debridamento autolítico da ferida, induzindo a granulação e acelerando o processo de cicatrização. Além disso, este ácido graxo inibe o crescimento de *Staphylococcus aureus* (DECLAIR, 2002).

O ácido linolênico promove quimiotaxia, angiogênese e aumenta o processo de granulação tecidual favorecendo a cicatrização da ferida. Tem função de imunógeno

local protegendo a lesão contra agentes químicos, enzimáticos e infecciosos como o *S. aureus* (LE et al., 2009).

O ácido oleico é protetor e regenerador de danos causados por raios ultravioletas. Além de possuir importante atividade na indução da expressão de genes em linfócitos B, envolvidos na defesa e reparo de tecidos (LE et al., 2009). O óleo pode ser utilizado como curativo úmido oleoso que, além da ação cicatrizante, também irá agir como uma barreira protetora contra micro-organismos, mantém a temperatura corporal, evita desidratação do tecido e diminui os traumatismos (HATANAKA; CURI, 2007).

Além disso, estudos comprovam a eficiência da ação antifúngica e antimicrobiana do óleo de pequi que também contribui com o processo cicatricial evitando contaminações (HATANAKA; CURI, 2007; BATISTA et al., 2010; SOARES, 2013).

Pesquisadores demonstraram ação antimicrobiana do óleo de pequi, utilizando-se de determinação da concentração inibitória mínima, por terem muitos compostos com propriedades antioxidantes. Além disso, foi relatada atividade moderada para fungos (SOARES, 2013).

Além da atividade antimicrobiana, outros trabalhos relataram ação anti-inflamatória do óleo de pequi. A aplicação tópica de óleo de amêndoa de *C. coriaceum* foi capaz de reduzir a inflamação em edema agudo de orelha em modelos experimentais e acelerou o reparo de feridas cutâneas de ratos de maneira dose-dependente (OLIVEIRA et al., 2010).

Batista et al. (2010) utilizaram o óleo de pequi em feridas cutâneas em ratos e concluíram que o processo inflamatório foi atenuado e o cicatricial otimizado, com regressão do tamanho da ferida, em relação ao grupo controle. Diniz (2015) utilizou microemulsões contendo óleo de pequi em lesões na pata de camundongos e também verificou atividade anti-inflamatória satisfatória. Cardoso et al. (2004) observaram que a utilização tópica de ácidos graxos linolênico, linoleico e oleico auxiliaram no fechamento de feridas induzidas cirurgicamente em ratos, estimulando o processo de reparo.

Bezerra et al. (2015) analisaram o efeito do óleo do pequi em uso tópico no processo de cicatrização de feridas em ratos por análises macroscópicas e histopatológicas. E estas avaliações puderam concluir que a utilização do óleo de pequi na reparação tecidual apresenta resultados satisfatórios, pois promove aumento na velocidade do fechamento das lesões. Os autores puderam notar também a diminuição das características inflamatórias e a formação de novos vasos sanguíneos quando comparado o grupo tratado em relação ao grupo controle, fatores estes que contribuem para aceleração do reparo das feridas dos ratos tratados.

Em um trabalho realizado por Lima et al. (2007) também foi observado a diminuição da intensidade de inflamação no exame histopatológico, que relatam que o óleo da polpa do pequi apresenta quantidades expressivas de compostos fenólicos. Os compostos fenólicos podem agir como antioxidantes e combater radicais livres, além de apresentarem atividade moduladora do sistema imune, atividade antimicrobiana e ação anti-inflamatória que favorece a eficácia do processo cicatricial de lesões e úlceras (VIEIRA et al., 2008).

Nascimento et al. (2015) utilizaram o óleo de pequi na cicatrização de pele de ratos incisionadas e suturadas e observaram que o óleo de pequi influenciou na cicatrização da pele desses modelos experimentais, produzindo mais resistência

mecânica do tecido lesionado, decorrente do aumento da síntese de colágeno do tipo I, o que possibilitou reparo cicatricial em menor tempo.

Em trabalho experimental com ratos, no qual incorporou-se o óleo de pequi em membranas de colágeno e gelatina, verificou-se que a presença do óleo atenuou o processo inflamatório, recrutou maior quantidade de fibroblastos e conseqüentemente estimulou maior produção de colágeno em relação às membranas sem óleo de pequi (RABBERS, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão de trabalhos sobre o pequi e seus derivados, foi possível observar que o óleo de pequi é bastante utilizado na medicina popular para o tratamento de diversas doenças e lesões em estudos experimentais de reparação tecidual e cicatrização.

A influência positiva do óleo de pequi, atuando como anti-inflamatório e cicatrizante é unânime nos trabalhos consultados, cujos autores atribuem, principalmente, à presença de ácidos graxos. No entanto, apesar de bem relatada a composição do óleo da polpa de pequi e sua ação cicatrizante, há escassez de trabalhos que investigam os mecanismos bioquímicos e fisiológicos envolvidos na ação do óleo sobre as células e tecidos.

Por outro lado, a análise de trabalhos sobre a influência de ácidos graxos na cicatrização deixa claro que estas substâncias podem interferir na quimiotaxia, adesão, extravasamento de leucócitos, ativação e morte celular e seriam essenciais para o desenvolvimento adequado das fases do processo de cicatrização, além de atuarem contra micro-organismos.

Desta forma, notando-se a importância do pequi e do óleo de pequi na medicina popular e o grande potencial de suas aplicações na cicatrização de feridas, é notória a necessidade de novos estudos, principalmente daqueles que possam investigar e elucidar sua influência sobre as células envolvidas no processo inflamatório e cicatricial e estabelecer quais substâncias e concentrações são adequadas para a otimização do processo de cicatrização.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.Z. Plantas Mediciniais. 4 ed. p.213. Editora: **Edufba**. 2016. ISBN: 978-85-232-1461-6.

ALVES, A.M; FERNANDES, D.C; SOUSA, A.G.O; NAVES, R.V; NAVES, M.M.V. Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos Estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. **Brazilian Journal Food Technology**,;17(3):198-203.2014.

BATISTA, J.S; SILVA, A.E; RODRIGUES, C.M.F; COSTA, K.M.F.M; OLIVEIRA, A.F; et al., ; Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum wittm*) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. **Arquivo do Instituto Biológico**.;77(3):441-7, 2010.

BEUCHLEA, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga

biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, n.2, p. 116-127, 2015.

BEZERRA, N.K.M.S.; BARROS, T.L.; COELHO, N.P.M.F. A ação do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) no processo cicatricial de lesões cutâneas em ratos. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s , Campinas, v.17, n.4, supl. II, p.875-880, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. 2014. [acesso 03 de set. de 2018]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>.

CARDOSO, C.R.B; SOUZA, M.A; FERRO, A.V; FAVORETO, S; PENA, J.D.O.P. Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repair and Regeneration**.12:235–243. 2004.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; HIGASHIKAWA, E. M.; GARCIA, M. B.; FARIAS, E. DE S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. **Ciência Florestal**, v.24, p.13-21, 2014. <https://doi.org/10.5902/1980509813318>

CARVALHO,P.E.R.Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. v.3.2008.

CAVALCANTI, M.C.B.T.; RAMOS, M.A.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. Implications from the use of Non-timber Forest products on the consumption of Wood as a fuel source in human-dominated semiarid landscapes. **Environmental Management**, 2015.

CHARLLYTON, L.; MARTINS, M.; ARAUJO, K.S.; Estudo da resistência cicatricial cutânea de ratos tratados com óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) **ConScientia e Saúde**, vl. 14, núm. 3, 2015, pp. 449-455. Universidade Nove de Julho

CHILDS, D.R; MURTHY, A.S. Overview of Wound Healing and Management. **Surg Clin North Am.**;97(1):189-207. 2017.

CLARK, R.A.R. Potential roles of fibronectin in cutaneous wound repair. **Archives of dermatology**. 124(2):201-206. 1998.

COLOMBO, N.B.R; RANGEL, M.P; MARTINS, V; HAGE, M; GELAIN, D.P; BARBEIRO, D.F; GRISOLIA, C.K; PARRA, E.R; CAPELOZZI, V.L. Caryocar brasiliense cambprotectsagainstgenomicandoxidativedamage in urethane-inducedlungcarcinogenesis. **Brazilian Journal of Medical and Biological research**.;48(9):852-862,2015.

CUNHA MMC; GONDIM RSD; BONFIM BF; BATALHA JP; JUNIOR BWA; VILA NCM. Perfil etnobotânico de plantas medicinais comercializadas em feiras livres de São Luís, Maranhão, Brasil: **Scientia Plena**. v.11, n.12, p:1-12, 2015.

DANTAS EPV. **Avaliação in vitro da atividade leishmanicida do óleo essencial do caryocar brasiliense.** Dissertação. Universidade do Vale do Paraíba. 2015.

DECLAIR, V. Tratamento de úlceras crônicas de difícil cicatrização com ácido linoléico. **Jornal Brasileiro de Medicina** .82(6):36-41. 2002.

DINIZ, D.M. **Atividade anti-inflamatória de microemulsão contendo óleo de pequi (Caryocar coriaceum W.).** 2015. 37p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

FRANCOSO, R.; BRANDÃO, R.; NOGUEIRA, C., SALMONA, Y.; MACHADO, R.B; COLLI,G.R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado biodiversity hotspot. **Natureza e conservação** 13, 35– 40. 2015 doi: 10.1016/j.ncon.2015.04.001

HARPER, D; YOUNG, A; MCNAUGHT, CE. The physiology of wound healing. **Surgery**. 32(9):445-50. 2014.

HATANAKA, E; CURI, R. Fatty acids and wound healing: a review. **Revista Brasileira de Farmácia**.;88(2):53-58. 2007.

HORN, M.M; MARTINS, V.C.A; PLEPIS, A.M.G. Development and rheological evaluation of chitosan:pequi oil gels. In: **World Forum on Advanced Materials**. Stellenbosch. Proceedings of Polychar 22, 2014.

LANDÉN, N.X.; LI, D.E; STAHL, M. Transition from Inflammation to proliferation: a critical step during wound healing. **Cellular and Molecular Life Sciences**. 73(20): 3861–3885.2016.

LE,H.D; MEISEL, J.A; MEIJER, V.E; GURA, K.M; PUDER, M. The essentiality of arachidonic acid and docosahexaenoic acid. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**.81(2):165-170. 2009.

LIMA, A; SILVA, AMO; TRINDADE, R.A; TORRES, R.P; MANCINI, F.J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**. 29(3):695-98.2007.

LUSHCHAK, V.I. Freeradicals, reactiveoxygenspecies, oxidative stress and its classification. **Chemico-BiologicalInteractions**, v.224C, p.164-175.2014.

MARIANO,S; BRAIT, J.D.D.A; FARIA, F.P.D; SILVA, S.M.D; OLIVEIRA, S.L.D; BRAGA, P.F.; Chemical characteristics of pequi fruit (*Caryocar brasiliense Camb.*) native of three municipalities in the State of Goiás-Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**.29(4):771-77.2009.

Matias Nascimento, Wcleubianne; Martins Maia Filho, Antonio Luiz; Sena da Costa, MORAIS, M. J.; OLIVEIRA, M. S.; BARBOSA, E. G.; CRUZ, G. H. T. Caracterização da casca de pequi (*Caryocar Brasiliense Camb.*) para sua utilização como biomassa. In: **Anais III Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão UEG**, Pirenópolis-GO. 2017.

O'BRIEN, R.D. Fatsooil: formulating and processing for applications. 2nd Ed New York: CRC/LLC, 2004.

OLIVEIRA, M.L.M; NUNES-PINHEIRO, D.C.S; TOMÉ, A.R; MOTA, E.F; LIMA-VERDE, I.A; PINHEIRO, F.G.M; CAMPELOO, C.C; MORAIS,S.M. In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* WITTM. Seeds. **Journal of Ethnopharmacology**. 129:214-19.2010.

OLIVEIRA, M.L.M; NUNES-PINHEIRO, D.C.S; TOMÉ, A.R; MOTA, E.F; LIMA-VERDE, I.A.; PINHEIRO, F.G.M; CAMPELOO, C.C; MORAIS, S.M. In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* WITTM. Seeds. **Journal of Ethnopharmacology**.129:214-19. 2010.

PEREIRA, R.F.; BÁRTOLO P.J. Traditional therapies for skin wound healing. **Advances in wound care (New Rochlle)**. 1;5(5):208-229. 2016.

PIRIZ, M. A.; LIMA, C. A. B.; JARDIM, V. M. R.; MESQUITA, M. K.; SOUZA, A.D. Z.; HECK, R. M. Plantas medicinais no processo de cicatrização de feridas: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n. 3, p. 628-636, 2014.

RABBERS A.S. **Desenvolvimento, caracterização e avaliação da biocompatibilidade de compósito a base de colágeno e óleo da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. Goiânia, 2016. 72 p. Dissertação. Universidade Federal de Goiás.

RAMOS, M.I.L; UMAKI, M.C.S, HIANE, P.A, RAMOS M.M. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenoides pró-vitamínicos "A" da polpa do piqui (*Caryocar brasiliense* Camb). **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**.19(1):23-32.2001.

SILVA, L.F.B.P.; CERQUEIRA, J.A.P.; MARTINS, M.; COELHO, N.P.M.F.; Filho, A.L.M.M.; COSTA, C.L.S. Anti-inflammatory action of pequi oil associated to ultrasound in tendinitis in rats: macroscopic and histological analysis. **MTP Rehab Journal**. 14: 347. 2016.

SIMÕES, C.M.O. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6. ed. Florianópolis: **ED: UFSC**, 2010.

SOARES, N.R. **Avaliação da atividade antimicrobiana e caracterização físico-química de sabonete líquido à base de óleo de baru, buriti e pequi**. 2013. 158 p. Dissertação. Universidade Federal de Goiás.

SOUSA, T.C.; MAIA FILHO, A.L.M.; ARAÚJO, K.S.; LOPES, L.S.; SILVA H.R.; et al., Anti-inflammatory effect of pequi oil (*Caryocar brasiliense*) in Acute Respiratory Distress Syndrome. **Journal of Medical Biomedical and Applied Science**. 2014; 1(10):1.

VIEIRA, A.P.; SANTOS, N.R.; BORGES, J.H.S.; VICENZI, M.P.A.; SCHMITZ, W.O.; Ação dos flavonóides na cicatrização por segunda intenção em feridas limpas induzidas

cirurgicamente em ratos Wistar. **Semina**. Ciências Biológicas e da Saúde, v. 29, n. 1, p. 65-74, 2008.