



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

Extração do Óleo Da Amêndoa de Barú e Aplicação Como Agente Microencapsulante de Nanopartículas de Ferro e Ácido Fólico Por Coacervação Complexa

¹Andrea Renata da Silva Romero, ¹Amanda Colombo, ¹Bianca Dutra da Rosa, ²Nelson Luís de Campos Domingues, ²Eriton Rodrigo Botero

¹Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados.

²Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal da Grande Dourados.

Rodovia Dourados – Itahum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados MS, CEP: 79.804-970

e-mail: andrearomerofma@gmail.com

RESUMO

As nanopartículas ou nanoestruturas são materiais cujo tamanho podem chegar a atingir 200nm. Uma das nanopartículas grandemente estudadas é a hematita (Fe_2O_3), em decorrência de suas características térmicas, magnéticas que as tornam extremamente interessantes tanto nas áreas biológicas, como identificadores de bactérias patogênicas, como também nas áreas médicas, nos sistemas de entrega de drogas. Nesse trabalho realizou-se um estudo sobre a síntese de nanopartículas encapsuladas para aplicações em sistemas de carregamento de fármacos. As nanopartículas de Fe_2O_3 foram obtidas através do método de Pechini. Já para o processo de microencapsulação utilizou-se óleos vegetais, em especial a amêndoa de barú. Foram então realizadas análises por espectroscopia de FT-IR, caracterização da amostra por UV-Vis e para as análises referentes a encapsulação foi com o auxílio de um microscópio óptico com captura de imagem. A microencapsulação da nanopartícula em conjunto com o óleo proveniente da amêndoa de barú se mostraram promissores tanto para sua utilização como um alimento funcional, quanto para a produção de drogas, pois houve a microencapsulação de ambos, indicando a possibilidade de síntese de um importante carreador e liberador de drogas de maneira controlada.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

Palavras- chave: *Dipteryx alata* Vog. Fe₂O₃. Leguminosae

INTRODUÇÃO

A nanotecnologia pode ser definida como um campo científico multidisciplinar baseado no desenvolvimento, na caracterização, na produção e na aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas com forma e tamanho na escala nanométrica. As nanopartículas (NPs) foram, inicialmente, desenvolvidas em meados dos anos 70 com o objetivo de transportar substâncias no organismo, tecidos ou até mesmo células, para melhorar a eficácia terapêutica e diminuir o efeito tóxico das substâncias nelas carregadas (MONTASSER et al., 2000; FATTAL et al., 2002). As nanopartículas são sistemas coloidais com tamanho entre 10 e 200 nm nos quais as substâncias podem-se encontrar dissolvidas, recobertas, encapsuladas ou dispersas (RIEUX et al., 2006).

O transporte de fármacos para o local de ação, ou seja, célula que tenha desenvolvido alguma espécie de deficiência, é considerado o aspecto mais importante nesses trabalhos. Para que este consiga liberar uma dose eficaz do fármaco no local de ação são necessários veículos adequados para esse fim. Nesse contexto as nanopartículas apresentam potenciais aplicações na administração de substâncias terapêuticas já que podem aumentar a eficiência do transporte de fármacos e melhorar os perfis de liberação (KUMAR, 2000). Uma outra vantagem adicional de dispositivos de entrega como as nanopartículas, é que podem entregar passivamente drogas no sistema fagocítico mononuclear (SOUZA 2013).

Muitos estudos em diversas áreas, dentre elas: química, física, ciências de materiais, ciências da saúde, dentre outras, estão se voltando cada vez mais ao estudo de nanopartículas, devido as suas características específicas (MANDALL et al. 2005), sendo elas: boa condutividade, e alcance elevado quando relacionada com a área da saúde devido ao seu diminuto tamanho. Nesse contexto as nanopartículas mais



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

importantes a serem citadas são: tanto a magnetita (Fe_3O_4) quanto seus derivados, como a hematita (Fe_2O_3), devido suas características térmicas, magnéticas e seu tamanho (KALSKA et al. 2014).

A microencapsulação é uma técnica empregada tanto pelas indústrias farmacêuticas e médicas como um eficiente sistema de entrega controlada de fármacos (MURAMBIWA, 2011), quanto pelas indústrias alimentícias com diversos intuitos, sendo alguns deles: mascarar o sabor para aumentar a aceitabilidade, aumentar a estabilidade, temperatura e umidade, reduzindo reações indesejadas com outros compostos alimentícios (KUMAR, 2000). Em casos de microencapsulação de fármacos, a escolha do método utilizado e o seu sucesso estão particularmente condicionados pela garantia da estabilidade do material a encapsular. É importante conhecer as alternativas disponíveis sendo elas, por exemplo: técnicas de revestimento, nebulização, coacervação, extrusão, dentre outras. (SILVA et al. 2003).

A microencapsulação utilizando-se de óleos, são interessantes de serem utilizados uma vez que podem ajudar a constituir o material de parede da microcápsula, conferindo maior estabilidade do material de “recheio”, como podem atuar como o próprio microencapsulado, onde aproveita-se de suas propriedades farmacológicas (SILVA et al. 2003).

Os óleos podem ser classificados em saturados ou insaturados, provenientes de fontes animais ou vegetais. Em relação ao seu grau de insaturação, podem ser subdivididos em: monoinsaturadas ou poli-insaturados, e a maioria não são produzidas naturalmente pelo organismo humano (ácidos graxos essenciais), então é necessária sua ingestão através dos hábitos alimentares (JÚNIOR et al. 2007). Sendo os principais representantes da classe dos ácidos graxos insaturados: o oleico (ω -9), linoleico (ω -6) e linolênico (ω -3), sendo o ω a indicação da última dupla ligação e a numeração que indica o número de carbonos entre a última dupla ligação e a metila terminal (KALHAPURE et al. 2014).



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

A árvore do barú (*Dipteryx alata* Vog.), também conhecida como cumbaru e no exterior é denominado *tonka beans* é uma espécie frutífera, nativa do Cerrado brasileiro da família Leguminosae (QUEIROZ et al. 2014). Algumas de suas características que pode ser citada para sua classificação como promissora para cultivo é a alta taxa de germinação de sementes e de estabelecimento de mudas, o que torna viável o seu plantio, além de poder ter sua polpa e a sua amêndoa (considerada uma oleaginosa) englobada na alimentação humana, sua madeira pode ser utilizada para a fabricação de carvão vegetal, instalações de cercas, indústria moveleira, construção civil, entre outros usos, porém sua exploração de maneira inadequada contribuiu para o fato de encontrarse em número drasticamente reduzido atualmente. (MOREIRA et al. 2005; CARRAZZA et al. 2010).

A amêndoa do barú contém 40% de lipídios e 30% de proteínas (considerados altos níveis) (SILVÉRIO et al. 2013), em seu óleo são encontradas grandes concentrações de ácidos graxos benéficos ao organismo humano como: ômega 6 e 9 com 28% e 50,4% respectivamente e 5% de tocoferol. Sendo constituído de 81,2% de ácidos graxos insaturados. Quanto a família de ômega- 6 exercem importante papel fisiológico como potentes mediadores da inflamação e efeito benéfico sobre o sistema imune (LIRA et al. 2004), e assim como o ômega 3, apresenta efeitos hipocolesterolêmicos e reduz os níveis de LDL, além de induzir ao aumento das excreções biliar e fecal do colesterol, reduzindo a síntese do VLDL no fígado, sendo então capazes de atuar positivamente em relação a doenças cardiovasculares, bem como o ômega 9 (SALLES, 2013). O tocoferol é considerado um dos principais antioxidantes naturais, a legislação brasileira permite a adição de 300mg/Kg de tocoferóis e óleos e gorduras, como aditivos intencionais, com função de antioxidante. Portanto, esses ácidos graxos poli-insaturados, consumidos em conjunto em quantidades necessárias para suprir as necessidades, sem que ocorra excesso, podem atuar no tratamento, quanto na prevenção de doenças No organismo, o ácido linoleico (ômega-6) é convertido em ácido araquidônico (AA) envolvido na via de formação de prostaglandinas, que



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

desempenham funções importantes no sistema circulatório, pois podem atuar como vasodilatadoras, proporcionando melhor irrigação sanguínea, são também importantes na motilidade e no peristaltismo, está associada à proteção da mucosa gástrica, dentre outros. (ABAYASEKARA, 1999) e a presença de tocoferol direciona sua atuação na erradicação de radicais livres, que formam-se em condições fisiológicas em proporções controladas pelos mecanismos defensivos celulares. Entretanto, em situações patológicas, essa produção pode aumentar substancialmente. O estresse oxidativo pode resultar de uma situação em que há uma diminuição nos níveis das enzimas antioxidantes, uma elevada velocidade de produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) ou uma combinação de ambas. Distúrbios do equilíbrio entre a formação e a remoção de EROs são importantes na patogênese de muitas doenças, por exemplo, aterosclerose, diabetes, mal de Alzheimer, câncer, desordens neurológicas, entre outras patologias (SALVADOR, 2004).

Ácido fólico pertence às vitaminas do grupo B. O ácido fólico é reduzido no organismo a tetraidrofolato, o qual atua como coenzima para vários processos metabólicos incluindo a síntese de purina e pirimidina e portanto na síntese de DNA. Está envolvido também na conversão de alguns aminoácidos e na utilização do folato. O ácido fólico, depois de sua conversão em ácido tetraidrofolico, é usado na eritropoiese normal e para a síntese de nucleoproteínas (ANVISA, 2007).

A encapsulação do óleo da castanha de barú em conjunto com as nanopartículas de ferro, direcionaria o produto, a uma maior estabilidade, a liberação controlada do mesmo (promovida pela microencapsulação), e a especificidade da amostra em relação a célula - alvo (garantido pela nanopartícula), seriam características ideais para sua utilização tanto para a produção de fármacos quanto de alimentos funcionais.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

OBJETIVOS

Gerais

Síntese e caracterização das nanopartículas de ferro microencapsuladas com óleo e ácido fólico por coacervação complexa.

Específicos

Avaliar a formação do produto final esperado por meio de UV-Vis e FT-IR e posterior confirmação das microesferas contendo o produto em seu interior por microscopia óptica com captura de imagem e a definição de melhor metodologia de encapsulação.

Avaliar as condições de processamento das microesferas em relação às nanopartículas e o óleo, obtidas por coacervação complexa e sua morfologia.

MATERIAL E MÉTODOS

Síntese da Nanopartícula

O método empregado no processo de síntese das NPs metálicas é o método de *Pechini* descrito por OMORI et al. 2014. Além de NPs, através deste método é possível sintetizar também materiais cerâmicos e supercondutores. Tal método consiste na formação de quelatos entre os cátions metálicos com ácidos carboxílicos e posterior polimerização através de uma reação de poliesterificação com poliálcoois, visando uma distribuição melhor dos cátions (aleatoriedade) a nível atômico, na estrutura polimérica. O aquecimento a temperaturas moderadas (100 a 200⁰C), em atmosfera de ar acarretam reações de condensação, com a formação de moléculas de água e de ésteres. Durante o



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

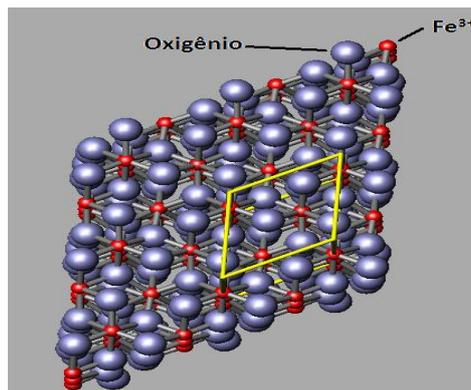
8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

aquecimento, obteve-se a poliesterificação e a maior parte do excesso de água foi removida, resultando numa resina polimérica viscosa. Após este estágio, o poliéster foi decomposto em CO_2 e H_2O , através de aquecimento com a finalidade de eliminar o excesso de material orgânico. [Erro! Indicador não definido.]

O material sintetizado, o Fe_2O_3 , por ser um óxido de ferro não tóxico, de boa estabilidade e alta resistência à corrosão vem apresentando inúmeras aplicações como em pigmentos, dispositivos magnéticos, como agentes anticorrosivos, catalisadores, sensores de gás, fotoeletrodos, baterias de íons de Lítio, além de aplicações na biomedicina entre outras.

A $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ apresenta célula unitária hexagonal formada por pares de FeO_6 octaédricos ligados, esta estrutura é apresentada na Figura 1. Esta estrutura é muito estável e pode ser obtida a partir do tratamento térmico da $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ que provoca a mudança da estrutura cúbica para hexagonal.

Figura 1. Representação da estrutura cristalina da Hematita.



Fonte: MANDAL, 2005.

Extração do Óleo

Triturou-se 5g de castanhas de barú, com o auxílio de um mixer DELLAR (modelo:DMX433), deixou-se em um vidro âmbar protegido de luz, com 20ml de solvente extrator hexano por 48 horas, filtrou-se a vácuo o composto, adicionou-se



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

secante (Sulfato de Sódio) ao líquido obtido deixou-se em repouso por 20min, para a remoção de vestígios de água. Filtrou-se novamente com o auxílio de um papel filtro e rotaevaporou-se sem temperatura.

Produção das micropartículas por coacervação complexa

Para a obtenção das micropartículas coacervadas, foram utilizados como material de parede, soluções de gelatina e goma arábica, e como material de recheio o óleo proveniente da amêndoa da castanha de barú e as nanopartículas de ferro funcionalizadas com ácido fólico. A produção das microcápsulas incluem etapas de: emulsificação do óleo de baru contendo nanopartícula de Fe_2O_3 com a gelatina e levado a agitação a 1400 rpm por 1 minuto, seguido a incorporação de solução de goma arábica, e no produto final foi adicionado ácido fólico e levado a agitação por 24 horas.

O ácido fólico cuja estrutura pode ser observada na Figura 1.a, apresenta-se como um ácido poliprótico que pode possuir até seis sítios de interações, e este fato se deve a completa desprotonações dos hidrogênios presentes nos oxigênio e nitrogênios da estrutura. O ferro obtido na forma de partículas nanométricas, possui fórmula molecular Fe_2O_3 , e apresenta uma tendência a acoplar-se ao ácido, formando assim a NPs funcionalizada. O tipo de microencapsulação esperado compreende um tipo de estrutura conforme ilustrado na Figura 1.b, o qual correlaciona-se com uma forma de interação entre as NPs e o óleo no núcleo totalmente revestido pelo composto de parede formado pela gelatina e pela goma arábica ao qual irá se coordenar, neste caso o ácido fólico.

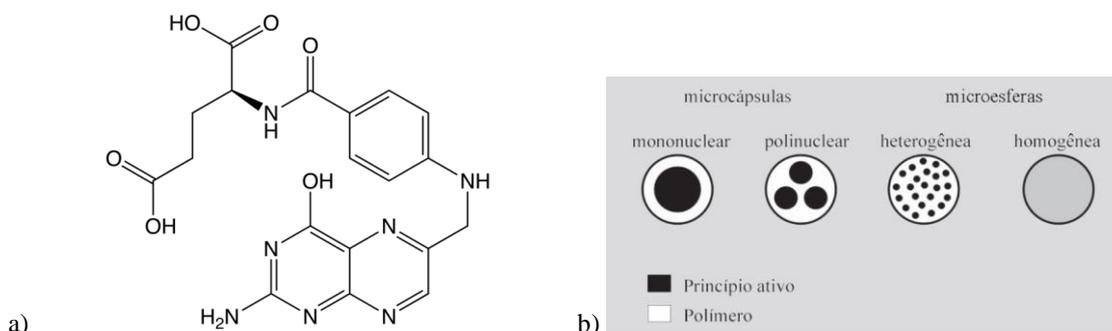
Figura 2. Representação a) em fórmula de linha de traço da molécula de ácido fólico e b) a estrutura da microcápsula.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS



Fonte: a) MURTO et al. 2014 b) SANJAI et al. 2014

4.3.1 Estudo das microcápsulas

Para a escolha do melhor método de microencapsulação foram realizados testes de variação das concentrações do produto de recheio, mantendo os mesmos valores para os componentes de parede sendo utilizados: 10ml de gelatina, 19,5g de goma arábica.

No primeiro procedimento denominado como A, utilizou-se 1,0g de óleo de amêndoa do baru e 0,01g de nanopartículas de ferro. Nessa amostra a solubilidade não foi completa porém foi a melhor observada dentre os demais testes. Na amostra B, foram adicionados 0,05g de óleo e 0,01g de ferro, apresentou baixa solubilidade assim como a amostra C, que continha a mesma concentração de óleo, porém com 0,02g de nanopartícula. Na amostra D, apresentou concentração de 1g de óleo e 0,02g de Fe_2O_3 . O pH das amostras se mantiveram em 5, não havendo necessidade de alterações.

Caracterização

Com a finalidade de avaliar a possível interação entre o ácido fólico, óleo do baru e as NPs- Fe e NPs- Zn, foram realizados ensaios de FT-IR, utilizando pastilhas de KBr em 128 scans por min, em fenda de 2 cm, foram realizadas em um equipamento JASCO modelo 4100 e espectrofotômetro UV-Vis. Estas interações seriam observadas caso exista deslocamentos de sinais que são considerados característicos dos NPs ou do ácido fólico e do óleo, nos espectros dos compostos obtidos. Para a análise das



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

microcápsulas foram feitas análises por microscopia óptica com captura de imagem, para observação do tamanho e a possível presença do recheio almejado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Microscopia Óptica com captura de imagem

As cápsulas foram analisadas pela captura de imagem por microscopia óptica, a fim de determinar sua morfologia e a presença ou não de encapsulados mediante a metodologia adotada, para posteriores análises mais aprofundadas da metodologia referente ao teste considerado promissor. A figura 3 demonstra o sucesso da encapsulação das nanopartículas de Fe_2O_3 pelo método de coacervação complexa, resultado que corrobora com os obtidos por SANJAI et al. 2014 utilizando como estrutura de “recheio” semelhantes, mas como material de parede a quitosana, porém as microcápsulas formadas apresentaram resultado satisfatório e promissores apenas no teste A, mas houve a falta de uniformidade no tamanho das cápsulas, tal fato pode ter sido decorrente do tempo de agitação ou proveniente da interação entre o material inorgânico com a parede da cápsula, alterados pela concentração de cada componente utilizado para a formação de encapsulados, fatores esses apontados por LADJ et al. 2013 como fundamentais para a homogeneidade da amostra.

As microcápsulas obtidas podem ser classificadas de acordo com a literatura como heterogêneas nas imagens referentes aos quatro testes realizados, pelo fato do produto encapsulado não apresentar-se de maneira uniforme no espaço interior à parede da cápsula. O método de coacervação complexa atendeu os requisitos de microencapsulação apontados por (KALHAPURE et al. 2014) e Catarina sendo: simples, reproduzível, rápido, fácil de se transpor à escala industrial e pouco dependente das características de solubilidade do produto a ser encapsulado, levando-se em consideração a dificultada solubilidade completa da nanopartícula de ferro.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

O material pronto foi fotografado em microscópio binocular com câmera fotográfica acoplada com o auxílio do programa de captura de imagem MOTICAM 2300 3.0MP live Resolution, o qual possibilitou também a medição das cápsulas cujo tamanho variou entre $3\mu\text{m}$ à $45\mu\text{m}$, o que é normal, segundo SANTOS et al. 2005 para microencapsulações tendo como material de parede gelatina e goma arábica.

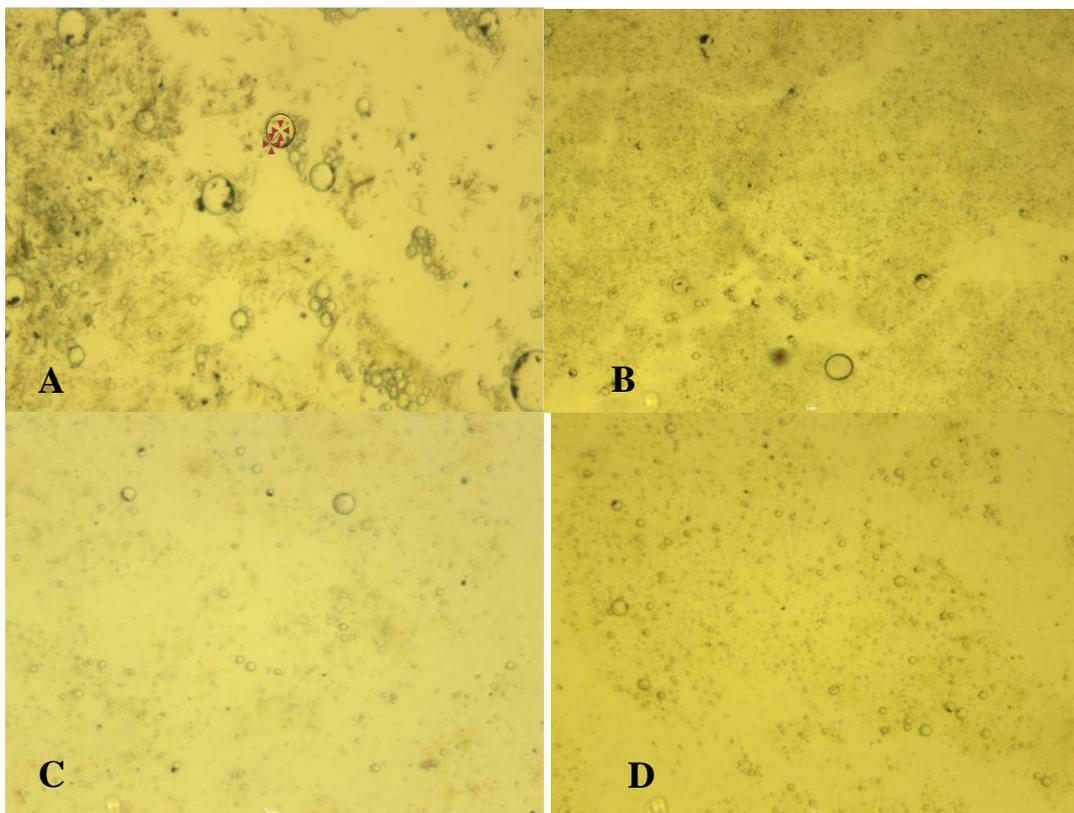


Figura 3. Microcápsulas de goma arábica e gelatina. Teste contendo 1g de óleo da castanha de baru e 0,02g de nanopartículas (A), teste contendo 0,5g de óleo e 0,01 de nanopartícula (B), amostra contendo 1g de óleo e 0,01g de nanopartículas (C), amostra contendo 0,5g de óleo e 0,02g de nanopartículas (D).

Na figura 4, encontra-se de maneira explícita o interior de uma microcápsula e a diferença entre as cápsulas contendo o material de núcleo e as vazias, apesar do tamanho das mesmas variarem, como previsto na literatura, sua morfologia apresentou um filme contínuo, também denominado de matriz coesa, o que pode significar boa interação do óleo com o material de parede. (SANTOS et al. 2005)



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

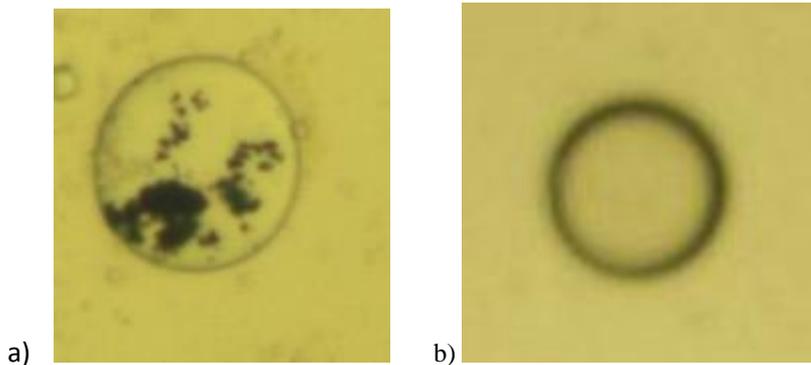


Figura 4. Imagens obtidas pelo microscópio com captura de imagem. a) microcapsulação realizada, b) microcápsula vazia.

Solubilidade das Microcápsulas

Os materiais de parede empregados no preparo das amostras apresentaram facilitada solubilidade em água e etanol absoluto, dissolvendo-se após 7 minutos de contínua agitação mecânica em temperatura ambiente para a liberação do material interior à cápsula.

Análises Espectroscópicas através de FT-IR

No gráfico 1, são apresentados os gráficos referentes às análises de FT-IR, com os testes de possíveis interações entre os materiais encapsulantes e os que devem ser envolvidos. No espectro da amostra C resulta em uma banda em 1075 cm^{-1} que pode ser atribuída a uma banda de aromático (Aril-O-CH_2) (SILVERSTEIN, 2000) ou a um estiramento C-O de álcool primário que pode ter sido formado na estrutura do material devido a interação do Fe_2O_3 na estrutura. No espectro B, observa-se o aparecimento de uma banda nesta mesma região, não tão proeminente quanto a da amostra C devido a quantidade de óxido.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

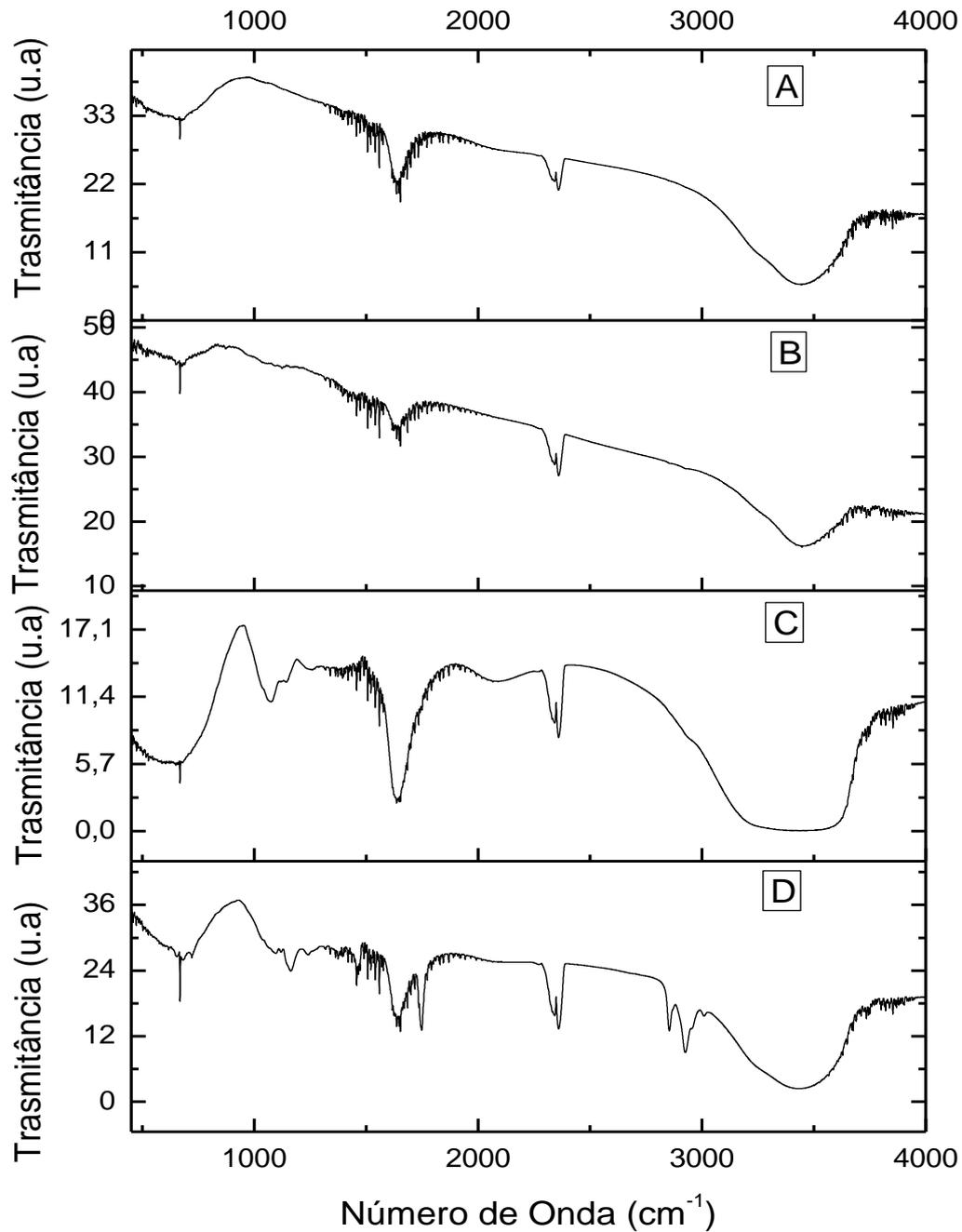


Gráfico1. Gráfico do espectro de FT-IR referente aos quatro testes de concentração de produto “recheio”.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

O espectro da amostra D em comparação com a amostra B, pois somente alterou a proporção de gelatina averigua-se picos em 1150 referente a estiramento C-O de álcool terciário, e bandas próximas a 2923 referente a deformação axial C-H do carbono sp³. A amostra A foi a que apresentou melhor indícios da desejada interação, pois podem ser observados picos considerados característicos de todos os componentes.

No gráfico 2, são apresentados os espectros de FT-IR dos precursores das amostras em comparação com a reação que apresentou indícios de ser mais promissora de acordo com a análise das imagens obtidas por microscopia óptica e pelas análises de FT-IR, pertencente ao teste A, nomeada no gráfico 2 de NpFeAfÓ A Figura denominada Ác. Fólico, apresenta o espectro de FT-IR do ácido fólico, pode-se observar a presença de um pico intenso em 1605 cm⁻¹ que são característicos das duplas ligações conjugadas do benzeno da molécula de ácido fólico (ZHANG et al. 2002). O sinal em 1693 cm⁻¹ de desdobramento de C=O pode ser atribuído aos ácidos carboxílicos presentes na estrutura de ácido fólico e o sinal em 1481cm⁻¹ pode ser atribuído a presença de duplas ligações em heteroanéis [1-3]. Através da análise do gráfico também foi possível atribuir sinais característicos à nanopartícula no que se refere ao pico observado em 500cm⁻¹ no gráfico 1.NpFe que são característicos do Fe₂O₃ na imagem nomeada NpFe. Indícios da presença do óleo na amostra contendo todos os fatores, podem ser observadas no comprimento de onda que vai de 1000cm⁻¹ 1500cm⁻¹.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

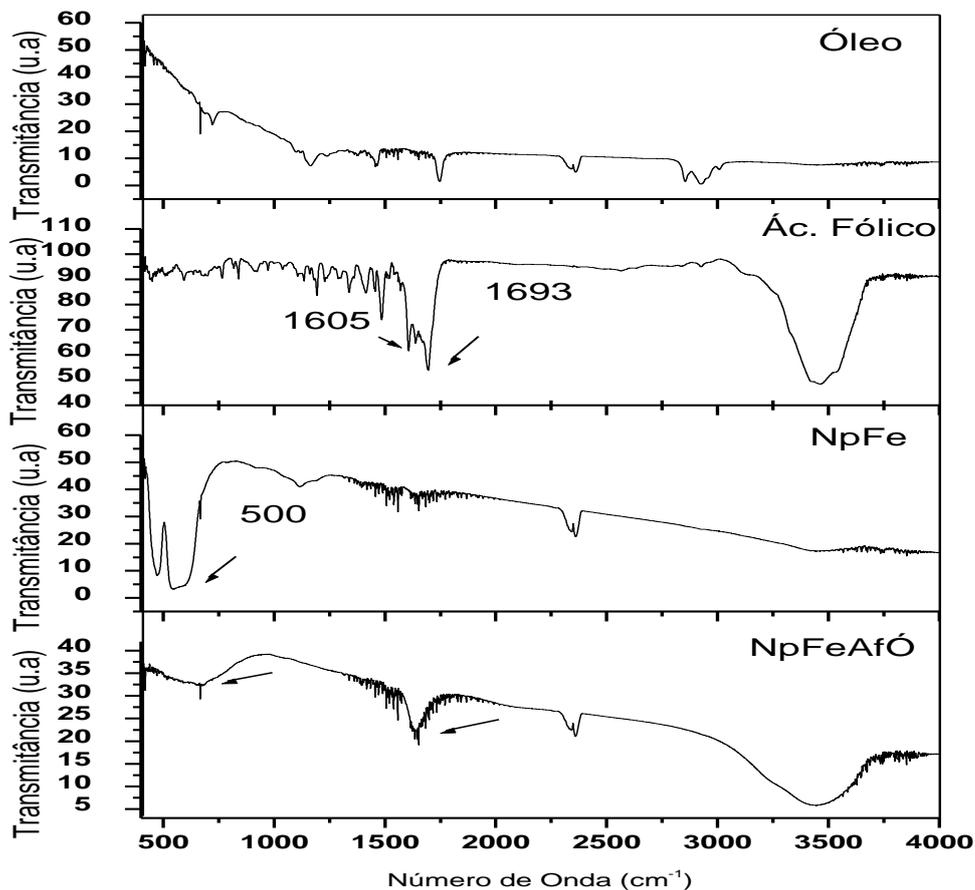


Gráfico 2. Apresenta os espectros de FT-IR das amostras de Nanopartículas de Fe_2O_3 microencapsuladas com ácido fólico e óleo de barú. (NpFe) indica nanopartícula de ferro e (NpFeAfÓ) são as nanopartículas de ferro microencapsuladas junto ao óleo e o Ácido Fólico.

Caracterização por meio de UV-Vis

A espectrofotometria visível e ultravioleta foi aplicada para determinações dos compostos orgânicos e inorgânicos contendo grupos absorventes da amostra que apresentou indícios por meio do FT-IR de melhor interação (NpFeAfÓ). Sendo os materiais utilizados no estudo: nanopartículas de ferro (Fe_2O_3), ácido fólico e o óleo de barú.

A absorção da região visível e ultravioleta depende, em primeiro lugar, do número e do arranjo dos elétrons nas moléculas ou íons absorventes. Como



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

consequência, o pico de absorção pode ser correlacionado com o tipo de ligação que existe na espécie que está sendo estudada, o pico que pode ser, então avaliado no gráfico nomeado como NpFeAfÓ, demonstra indícios de que o sucesso da interação entre os componentes mediante tratamento com goma arábica e gelatina possivelmente ocorreu.

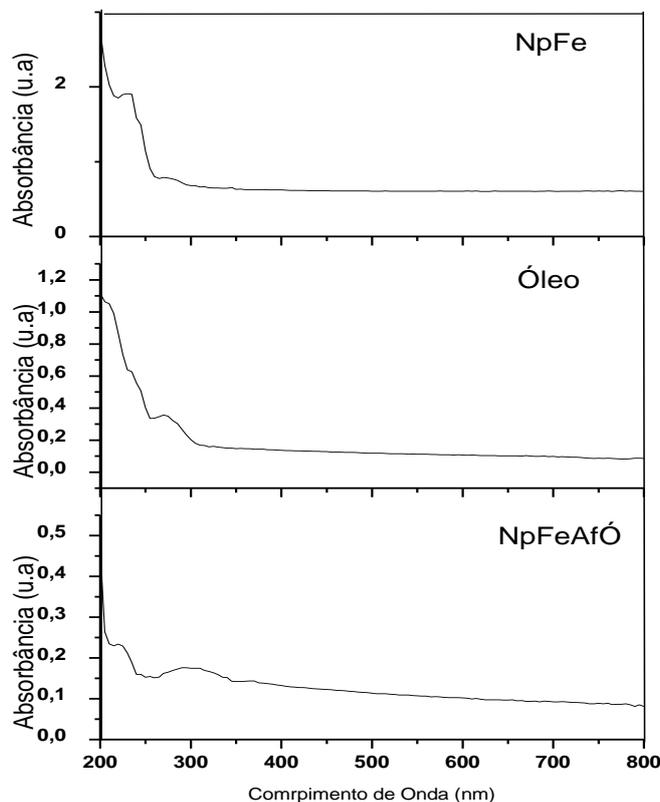


Gráfico 3. gráfico de UV-Vis, relacionadas às amostras de nanopartículas microencapsuladas junto ao ácido fólico e óleo de baru solubilizadas em água, o qual teve o indício de funcionalização pelo FT-IR.

CONCLUSÃO



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

A síntese de microcápsulas a partir da utilização da goma arábica, gelatina e o óleo da amêndoa do baru, foi eficiente nas quatro variáveis aos quais a reação foi submetida, havendo uniformidade na morfologia e variações dentro do aceitável quanto ao seu tamanho, porém no que se diz respeito ao material a ser encapsulado apenas houve sucesso nas concentrações de 1g de óleo e 0,01g de nanopartícula de ferro (Fe_2O_3), apresentando indício de sucesso em todos os testes realizados, tais características oferecidas pelas microcápsulas apontam seu possível sucesso de sua utilização tanto na indústria alimentícia quanto nas indústrias farmacêuticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAYASEKARA, D. R. E.; WATHES, D. C. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, v. 61, n. 5, p. 275-287, 11// 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 3.029, de 01 de setembro de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 04 de junho de 2007. Disponível em: < [http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[16120-1-0\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[16120-1-0].PDF) > Acesso em: 12 jun. 2014.

CARRAZZA, L; ÁVILA, J. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do Baru. *ISPN*, v. 2, p. 56, 2010. ISBN: 978-85-63288-02-8.

FATTAL, E. VAUTHIER, C. Nanoparticle as drug delivery systems, *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*, p.1864.1881, 2002.

JÚNIOR, G. M. V. et al. Terpenos e ácidos graxos de *Dipteryx lacunifera* Ducke. *Química Nova*, v. 30, n. 7, p. 1658, 2007.

KALHAPURE, R. S. et al. Ion pairing with linoleic acid simultaneously enhances encapsulation efficiency and antibacterial activity of vancomycin in solid lipid nanoparticles. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 117, p. 303-311, 2014.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

KALSKA-SZOSTKO, B. et al. Stability of Fe₃O₄ nanoparticles in various model solutions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 450, n. 0, p. 15-24, 5/20/ 2014.

KUMAR, M. Nano and microparticles as controlled drug delivery devices. *J. Pharm. Pharm. Sci*, v. 3, n. 2, p. 234-258, 2000.

KUMAR, M. Nano and microparticles as controlled drug delivery devices. *J. Pharm. Pharm. Sci*, v. 3, n. 2, p. 234-258, 2000.

LADJ, R. et al. Polymer encapsulation of inorganic nanoparticles for biomedical applications. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 458, n. 1, p. 230-241, 2013.

LIRA, G. M. et al. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. *Braz. J. Pharm. Sci*, v. 40, n. 4, 2004.

MANDAL, S.; PHADTARE, S.; SASTRY, M. Interfacing biology with nanoparticles. *Current Applied Physics*, v. 5, n. 2, p. 118-127, 2// 2005.

MANDAL, S.; PHADTARE, S.; SASTRY, M. Interfacing biology with nanoparticles. *Current Applied Physics*, v. 5, n. 2, p. 118-127, 2// 2005.

MONTASSER, I. et al. Méthodes d'obtention et mécanismes de formation de nanoparticules polymériques. *Journal de pharmacie de Belgique*, v. 55, n. 6, p. 155-167, 2000.

MOREIRA, M. et al. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT-Food Science and Technology*, v. 38, n. 5, p. 565-570, 2005.

MURAMBIWA, P. et al. Anti-malarial drug formulations and novel delivery systems: a review. *Acta tropica*, v. 118, n. 2, p. 71-79, 2011.

MURTO, T. et al. Folic acid supplementation and IVF pregnancy outcome in women with unexplained infertility. *Reproductive biomedicine online*, v. 28, n. 6, p. 766-772, 2014.



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

OMORI, Y. et al. Fabrication of dispersible calcium phosphate nanocrystals via a modified Pechini method under non-stoichiometric conditions. *Materials Science and Engineering: C*, v. 42, n. 0, p. 562-568, 9/1/ 2014.

QUEIROZ, S. É. E.; FIRMINO, T. D. O. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Revista Biociências*, v. 20, n. 1, p. 603-612, 2014.

RIEUX, A. FIEVEZ, V. GARINOT, M. et al. Nanoparticles as potential oral delivery systems of proteins and vaccines: A mechanistic approach. *Journal of Controlled Release*, v. 116, p. 1-27, 2006.

SALLES, S. *Trocas Inteligentes: Transforme Receitas Tradicionais em Delícias Saudáveis e Ganhe Saúde*. Editora Rubio, 2013. ISBN 8564956438.

SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. P. *Radicais Livres E a Resposta Celular Ao Estresse Oxidativo*. Editora da ULBRA, 2004. ISBN 8575281143.

SANJAI, C. et al. Chitosan-triphosphate nanoparticles for encapsulation of superparamagnetic iron oxide as an MRI contrast agent. *Carbohydrate Polymers*, v. 104, n. 0, p. 231-237, 4/15/ 2014.

SILVA, C. et al. Administração oral de peptídeos e proteínas: II. Aplicação de métodos de microencapsulação. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 39, n. 1, p. 1-20, 2003.

SILVÉRIO, M.; CASTRO, C.; MIRANDA, A. Avaliação da atividade antioxidante e inibitória da tirosinase das folhas de *Dipteryx alata* Vogel (Baru).

SILVERSTEIN, R. M. *Identificação espectrométrica de compostos orgânicos*. LTC editora, 2000. ISBN 8521612303.

SOUZA, G. D. D. et al. Prata: Breve histórico, propriedades e aplicações. *Educación química*, v. 24, n. 1, p. 14-16, 2013.

ZHANG, G.-Y. et al. α -Fe₂O₃ nanoplates: PEG-600 assisted hydrothermal synthesis and formation mechanism. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 509, n. 3, p. 885-890, 2011.