

Estudo da incorporação de LCC à Membrana de Quitosana**Studi of LCC incorporation in Chitosan Membrane**

DOI:10.34119/bjhrv2n4-046

Recebimento dos originais: 17/04/2019

Aceitação para publicação: 21/05/2019

Maura Vieira dos Santos Sousa

Licenciando em Física no Instituto Federal do Piauí-Campus Picos

Endereço: Avenida Pedro Marques de Medeiros, S/N, Bairro: Pantanal, Picos - PI, Brasil

E-mail:mauraallany07@hotmail.com

Fagner Rodrigues de Lima

Licenciando em Física no Instituto Federal do Piauí-Campus Picos

Endereço: Avenida Pedro Marques de Medeiros, S/N, Bairro: Pantanal, Picos - PI, Brasil

E-mail: rodrigues.fagner@hotmail.com

Haroldo Reis Alves de Macêdo

Doutor Em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Instituição: Instituto Federal do Piauí - PPGEM/IFPI

Endereço: Avenida Pedro Marques de Medeiros, S/N, Bairro: Pantanal, Picos - PI, Brasil

E-mail: haroldoram@ifpi.edu.br

Marina de Oliveira Cardoso Macêdo

Doutora Em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Instituição: Instituto Federal do Piauí - PPGEM/IFPI

Endereço: Avenida Pedro Marques de Medeiros, S/N, Bairro: Pantanal, Picos - PI, Brasil

E-mail: marinalabplasma@gmail.com

João Marcelo de Castro e Sousa

Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Maringá-UEM

Instituição: Universidade Federal do Piauí-UFPI

Endereço: Rua Cicero Eduardo, S/N, Bairro: Junco, Picos – PI, Brasil

¹E-mail: j.marcelo@ufpi.edu.br**RESUMO**

Avanços tecnológicos na área da saúde por pesquisas apontam um aumento na expectativa de vida humana tornando crescente os estudos e os investimentos em biomateriais visando promover uma melhor qualidade de vida. Os polímeros são materiais exemplos desses biomateriais e a quitosana é um polímero muito utilizado na forma de géis, filmes, películas e membranas, pois possui uma estrutura química com características únicas como:

¹ Artigo previamente publicado nos anais do congresso COLAQB

biodegradabilidade, biocompatibilidade, baixa toxicidade e facilidade de processamento. O LCC técnico é um composto fenólico que exerce atividades antioxidante e antígenotóxicos e possui capacidade para inibir fungos, bactérias e crescimento de parasitas. Membranas feitas a partir de misturas de diferentes materiais têm apresentado um desempenho melhor em propriedades mecânicas e físico-químicas do que membranas compostas pelos polímeros originais individuais. Dessa forma o presente trabalho teve por objetivo analisar a incorporação de diferentes proporções de LCC às membranas de quitosana, a fim de produzir membranas com diferentes graus de molhabilidade, degradação e não tóxicas. As membranas foram analisadas através das técnicas de: microscopia óptica, ângulo de contato, tensão superficial e absorção de água. Nas análises da microscopia óptica foi observado uma formação de coloides nas membranas de quitosana com LCC. No de ângulo de contato observou-se um aumento do ângulo de contato nas amostras com LCC, ou seja, houve uma diminuição na hidrofiliabilidade nas membranas com LCC. Nos ensaios de tensão superficial observou-se uma diminuição da energia superficial nas membranas com LCC em relação as membranas de quitosana pura. Na absorção de água as membranas de quitosana com LCC apresentaram maior estabilidade quanto a sua degradação.

Palavras-chave: Quitosana, LCC, Molhabilidade, Biomateriais.

ABSTRACT

Technological advances in the field of health by research indicate an increase in human life expectancy, increasing the studies and investments in biomaterials aiming to promote a better quality of life. The polymers are exemplary materials of these biomaterials and chitosan is a widely used polymer in the form of gels, films, films and membranes, as it has a chemical structure with unique characteristics such as: biodegradability, biocompatibility, low toxicity and ease of processing. Technical LCC is a phenolic compound that exerts antioxidant and antigenotoxic activities and has the capacity to inhibit fungi, bacteria and parasite growth. Membranes made from mixtures of different materials have been shown to perform better in mechanical and physico-chemical properties than membranes composed of the individual individual polymers. Thus, the present work aimed to analyze the incorporation of different proportions of LCC to the chitosan membranes, in order to produce membranes with different degrees of wettability, degradation and non - toxic. The membranes were analyzed using the techniques of: optical microscopy, contact angle, surface tension, water absorption and toxicology test of allium cepa. Colloid formation was observed in the chitosan membranes with LCC. In the contact angle, an increase of the contact angle was observed in the samples with SCC, that is, there was a decrease in the hydrophilicity in the membranes with SCC. In the surface tension tests a decrease of the surface energy in the membranes with LCC in relation to the membranes of pure chitosan was observed. In the water absorption the chitosan membranes with LCC were more stable as to their degradation and the allium strain test was not feasible for this work due to the presence of acetic acid.

Keywords: Chitosan, LCC, Molhabilidade, Biomateriais.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com pesquisas apontando para o aumento na expectativa de vida humana levaram à crescentes estudos e investimentos em materiais sintéticos ou naturais que permitam sua aplicação em dispositivos médicos capazes de interagir com o corpo humano,

tratando, aumentando ou substituindo qualquer tecido ou órgão cuja função foi perdida. Estes materiais são conhecidos comumente como biomateriais (BASTOS 2015). A princípio, os biomateriais tem por objetivo substituir um tecido danificado e prover suporte mecânico, com mínima resposta biológica do paciente (PIRES et al., 2015).

Os polímeros são alguns dos materiais que apresentam características compatíveis para a produção de biomateriais, atualmente são os mais requisitados, pois, além de serem capaz de substituir um tecido vivo, também podem estimular o seu crescimento (OLIVEIRA, et al., 2010). São obtidos a partir de reações de polimerização ou por meio de organismos vivos, classificando-se, assim, respectivamente, como sintéticos e naturais, os quais podem ser também quimicamente modificados (PIRES et al., 2015).

Dentre os polímeros utilizados como biomateriais tem se a quitosana. A quitosana tem propriedades relevantes que a tornaram um biomaterial bastante estudado como: baixa toxicidade, atividade antimicrobiana, biocompatibilidade, biodegradabilidade e renovabilidade, isto fez com que a mesma fosse utilizada em diversos campos como: na biomedicina, indústria alimentícia, agricultura, biotecnologia, cosméticos e produtos farmacêuticos (SAYARI 2016).

A quitosana pode ser manipulada de diferentes formas: géis, filmes, películas e membranas. Suas membranas estão tendo excelente êxito no tratamento de feridas ou queimaduras como pele artificial, sendo usada pura ou combinada a outros materiais e/ou substâncias como: cerâmicas, extratos de plantas, compostos fenólicos, etc. O intuito dessas misturas (combinações) é melhorar o desempenho nas propriedades mecânicas, físico-químicas e biológicas das membranas (BASTOS 2016).

Um dos compostos fenólicos que podem modificar e melhorar as propriedades das membranas de quitosana é o líquido da castanha do caju (LCC). O LCC é um importante subproduto agrícola da produção de caju (*Anacardium occidentale* Linn). Este é composto basicamente de lipídios fenólicos não-isoprênoides de origem natural: ácidos anacárdicos, cardóis, cardanóis e 2-metil cardóis (CAVALCANTE 2013).

Além disso, este líquido possui muitas características biológicas e aplicações industriais devido ao fato de que ele pode reagir facilmente formando vários derivados, incluindo polímeros e resinas (RODRIGUES et al., 2011). Também foram relatadas várias atividades biológicas dos seus componentes como antitumoral, antioxidante, gastroprotetora e antibacteriano.

Dessa forma o presente trabalho tem por objetivo analisar a incorporação de diferentes proporções do LCC às membranas de quitosana, a fim de melhorar ou modificar as propriedades físico-químicas, superficiais e biológicas da mesma, com o intuito de obter uma membrana mais estável.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em duas partes. A primeira consistiu na preparação de membranas de quitosana pura e de membranas de quitosana com diferentes proporções de LCC. A segunda parte consistiu nas caracterizações físico-químicas. Para tanto utilizou-se de quitosana adquirida da empresa Polymar Ltda, Fortaleza, Brasil, com grau de desacetilação de 85%, PH igual a 8,4 e densidade igual a 1,805 g/L e de LCC do tipo técnico concedido através da Empresa EUROCAJU, situada na BR. 343, Zona Rural – Altos/PI.

3 PREPARAÇÃO DAS MEMBRAS

3.1 MEMBRANAS DE QUITOSANA PURA

A quitosana em pó foi dissolvida em ácido acético a 2% (v/v) com agitação constante durante 24h. Após este período a solução de quitosana passou por duas filtrações, para retirada de impurezas. A primeira em um filtro com tela de nylon e a segunda em um filtro Mille Millipore® (41µm). Depois um volume de 25 mL da solução foi vertido sobre as placas de petri e as mesmas acondicionadas em estufa por 24h em temperatura de 50°C. Posteriormente as membranas formadas foram neutralizadas com NaOH a 5%, e em seguida lavadas com água destilada para remoção de resíduos seguido de acomodação e secagem em temperatura ambiente por 24h.

3.2 MEMBRANAS DE QUITOSANA COM LCC

O LCC foi diluído em ácido acético puro formando soluções com proporções de 5%, 10% e 15% (v/v). Em seguida as soluções de LCC foram adicionadas a solução de quitosana e postas em agitação por 24h. Em seguida um volume de 25 ml de cada uma das proporções das misturas foi vertido sobre as placas de petri e as mesmas acondicionadas em estufa por 24h em temperatura de 50°C. Posteriormente as membranas formadas foram neutralizadas com NaOH a 5%, sendo estas lavadas em seguida com água destilada para remoção de resíduos, seguido de acomodação e secagem em temperatura ambiente por 24h.

3.3 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

O ensaio de absorção de água visa mensurar a quantidade de água absorvida pelas membranas através da imersão destas em água destilada a temperatura ambiente em intervalos de tempo diferentes, e também averiguar a perda total de massa após este período de imersão. A pesagem foi realizada em uma balança analítica com quatro casas decimais. Para fins convencionais e maior precisão na análise, a mesma foi realizada em triplicata para que fosse possível fazer uma média aritmética para cada relação de tempo e condição. As membranas foram levadas à estufa a 50°C por 24h para eliminar a umidade presente nas amostras para que esse fator não interferisse no peso e em seguida foi feita a primeira medição do peso seco.

O monitoramento dos pesos úmidos aconteceu da seguinte forma: no primeiro dia de 1h em 1h durante 9 h. As pesagens seguintes foram realizadas 24h após a pesagem de 9h, seguindo de 48h e 72h após as primeiras nove horas. No quinto dia já foi realizado o peso seco após 24h da última medição (24h na estufa a 50°).

3.4 MOLHABILIDADE

A análise da molhabilidade foi realizada por meio da técnica da gota séssil, onde uma gota de 10 µL foi depositada sobre a superfície da amostra. No procedimento foi utilizado três líquidos: água, glicerol e formamida. Para a realização do teste foi utilizado o goniômetro do laboratório de pesquisa do IFPI que foi produzido no próprio campus. A princípio, foi destacado um pedaço da membrana em torno de 2cm e colocado sobre a base do goniômetro, em seguida foi depositado uma gota de cada um dos líquidos sobre a superfície das membranas. Este procedimento foi filmado em tempo real através do programa moviemaker. A partir do vídeo se obteve as imagens referentes aos instantes 0s, 10s, 20s, 30s, 40s, 50s e 60s. Uma vez que as imagens estavam prontas passou-se a utilizar software surftens versão demo para medição dos ângulos. Para medição dos ângulos foram feitas 3 marcações na gota, gerando um círculo e conseqüentemente sua tangente. Este procedimento foi realizado 7 vezes, onde se eliminava o maior e o menor ângulo a fim de se obter uma média dos 5 ângulos das marcações da gota de cada líquido, de cada imagem referente aos tempos para cada amostra.

3.5 ENENRGIA DE SUPERFÍCIE

A energia de superfície foi calculada utilizando os valores dos ângulos adquiridos através do ângulo de contato medido anteriormente na molhabilidade e os valores das componentes polar e dispersiva de cada um dos determinados líquidos (tabelados e apresentados na fig 1.0), para isso foi utilizada a equação de Fowkes (Eq. 1).

$$\left[\frac{1+\cos\theta}{2} \right] \times \left[\frac{\gamma_l}{\sqrt{\gamma_l^d}} \right] = \sqrt{\gamma_s^p} \times \sqrt{\frac{\gamma_l^p}{\gamma_l^d}} + \sqrt{\gamma_s^d} \quad (1)$$

Figura 1.0: Energia superficial dos líquidos utilizados

Líquidos	$\gamma_l(mj/m^2)$	$\gamma_l^p(mj/m^2)$	$\gamma_l^d(mj/m^2)$
Água	72,8	51,0	21,8
Formamida	58,2	18,7	39,5
Glicerol	63,4	26,2	37,2

Fonte: Macêdo 2013

3.6 MICROSCOPIA ÓPTICA

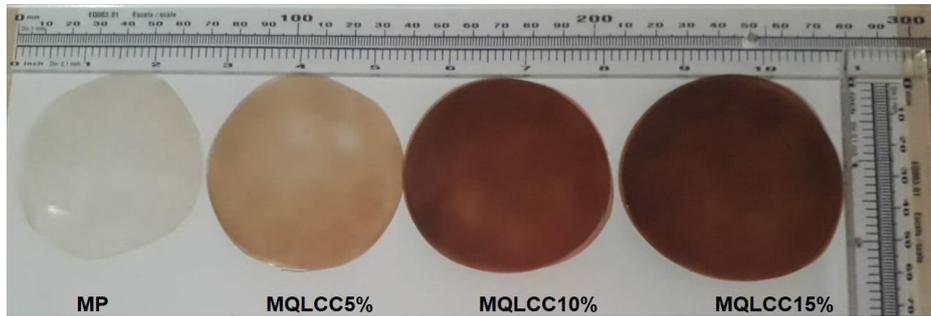
As imagens foram obtidas através do microscópio metalográfico Trinocular plaina normal- modelo TNM-08T-PL pertencente ao laboratório de Física do IFPI campus Picos. Para a análise da superfície das membranas este foi utilizado na ampliação de 50x e 100x, a fim de examinar em maiores detalhes a microestrutura das membranas e saber se houve alguma alteração na superfície das mesmas.

4 RESULTADOS

4.1 MEMBRANAS DE QUITOSANA PURA E MEMBRANAS DE QUITOSANA COM LCC

As membranas obtidas mediam aproximadamente 68,7mm de diâmetro. As membranas de quitosana pura(MQ) resultaram uma aparência bem homogênea e transparente, as membranas de quitosana com LCC a 5% (MQLCC5%), a 10% (MQLCC 10%) e a 15% (MQLCC15%) aderiram a coloração característica do LCC. É mostrado através da fig2.0 a coloração escurecida do LCC à medida que se aumenta as proporções do LCC nas membranas de quitosana.

Figura 2.0: Membrana de quitosana pura e membranas de quitosana com proporções de LCC.

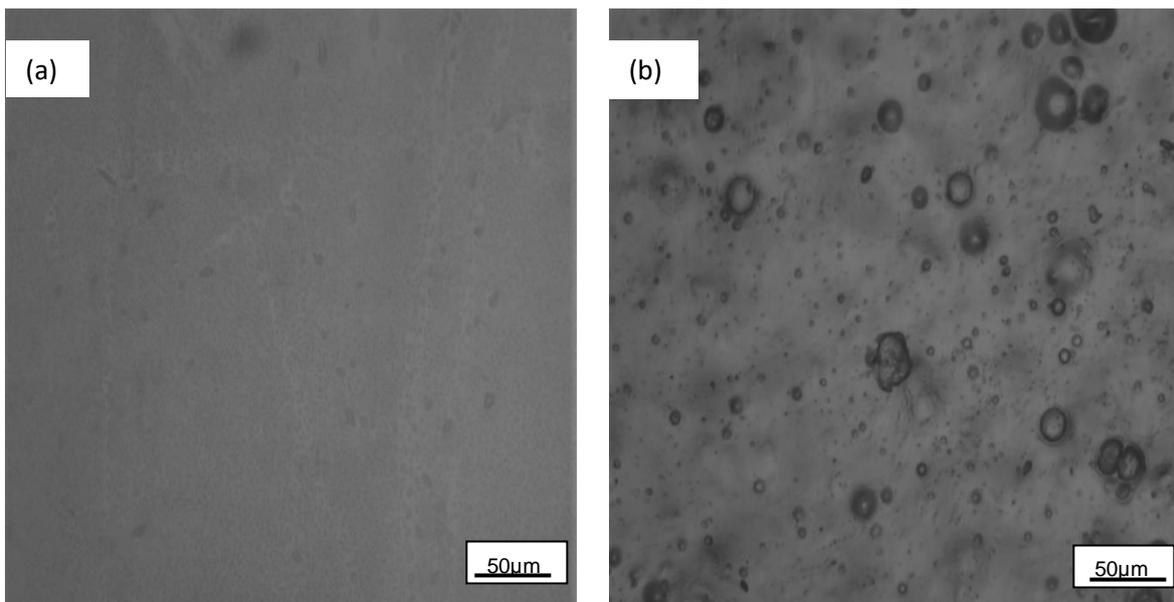


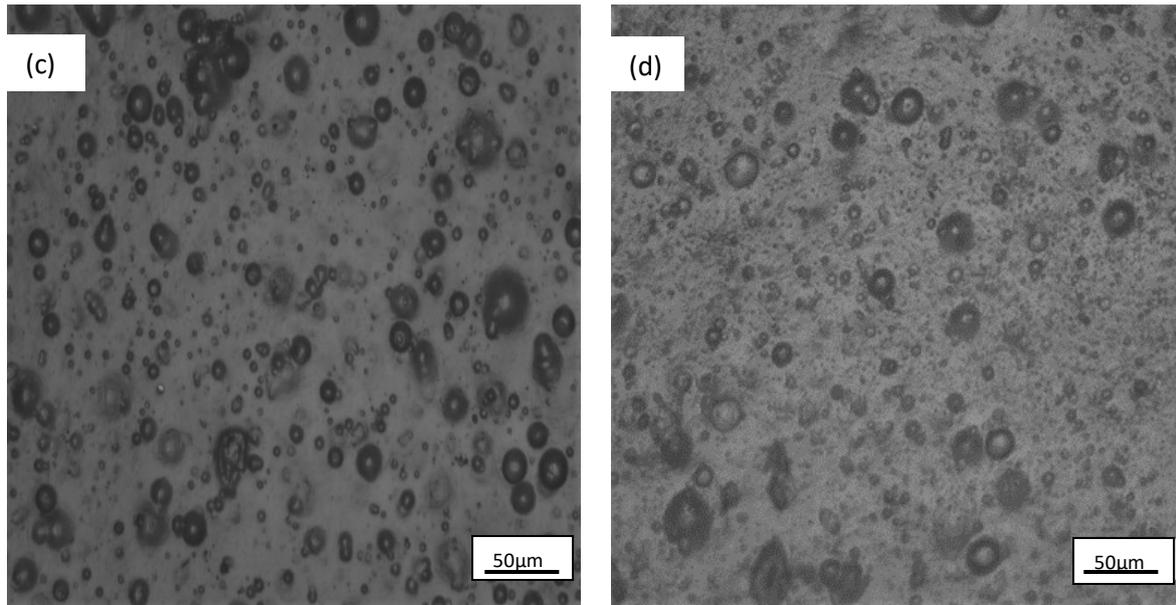
Fonte: Própria do autor

4.2 MICROSCOPIA ÓPTICA

Na figura 3.0 é apresentada as micrografias das membranas de quitosana pura e com diferentes proporções de LCC. Observou-se que na MQ (fig.3.0(a)) as superfícies são compactas, homogênea e livre de imperfeições enquanto que a medida que se aumentou a concentração de LCC foi crescente o número imperfeições, constatando uma modificação em sua superfície, tornando a MQLCC com aspecto heterogêneo, onde foi possível visualizar pontos de agregação de LCC dentro das membranas, formando colóides em sua superfície (fig.3.0 (b), (c) e (d)).

Figura 3 – Microscopia ótica das Membranas (a) MQ, (b) MQLCC5%, (c) MQLCC10%, (d) MQLCC15%

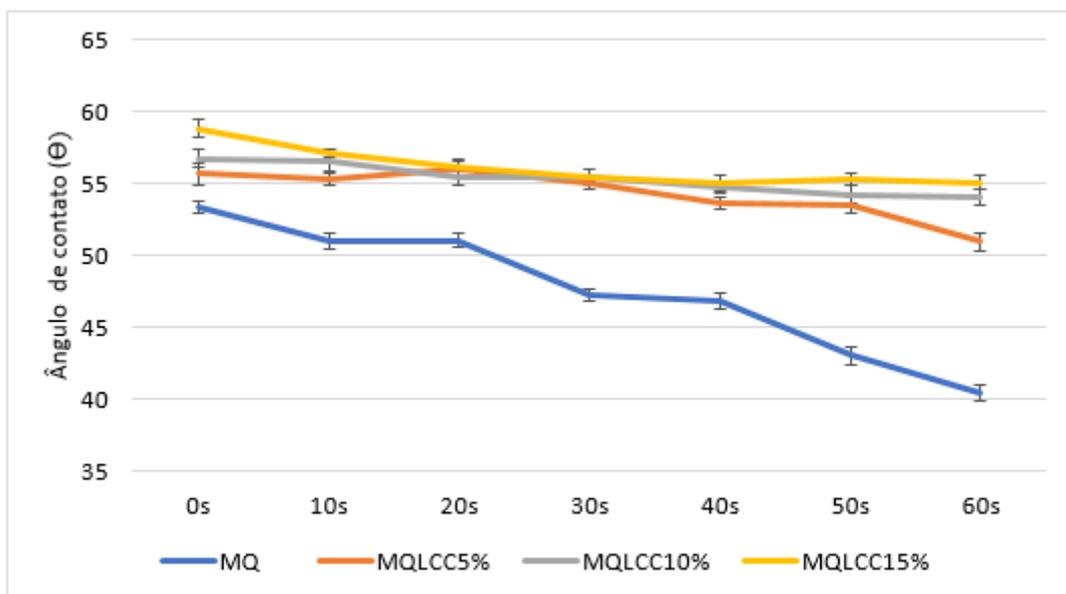




4.3 MOLHABILIDADE

Na figura 4.0 são apresentados a dinâmica de acomodação da gota de água nas membranas de quitosana nas diferentes condições. Onde se observa que a MQ teve um ângulo inicial de $53,3^\circ$ e final de $40,4^\circ$ enquanto que a MQLCC 5% teve um ângulo inicial de $56,7^\circ$ e final de $51,96^\circ$, a MQLCC10% $57,3^\circ$ e final de $54,04^\circ$ e a MQLCC 15% teve um ângulo inicial de $58,03^\circ$ e final $55,03^\circ$. A MQ teve uma diminuição significativa em seus ângulos, se mantendo estável apenas entre os tempos de 10s a 20s enquanto que a MQLCC possuiu uma maior estabilidade durante os tempos de 0s a 60s.

Figura 4.0: Dinâmica de molhamento para a água durante o tempo de 60s



Fonte: Própria do autor

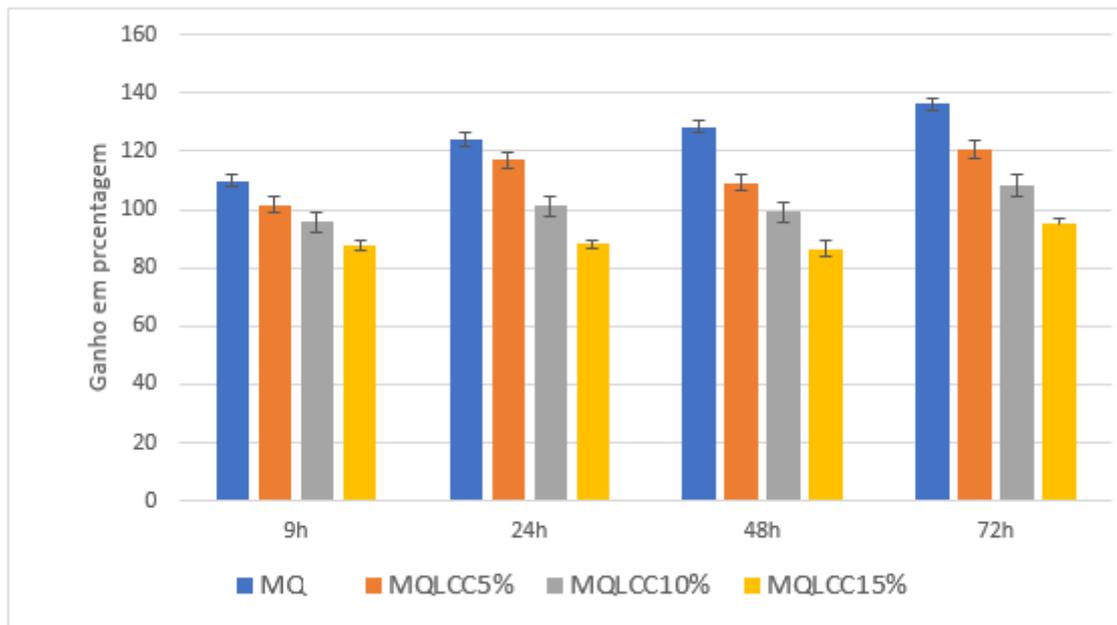
A MQUI mostrou ter mais afinidade com água, uma vez que ela teve uma interação constante durante todo o tempo da caracterização. A MQLCC5% durante o tempo 0s a 30s se manteve praticamente constante, chegando a interagir com a amostra somente no tempo de 30s a 60s. Já analisando a MQLCC10% e MQLCC15% levando em consideração o desvio padrão das mesmas, pode-se afirmar que ambas têm o comportamento igual a partir do tempo de 10s, e não há alterações significativas no seu comportamento durante esse respectivo tempo, mantendo seu comportamento estável.

A partir do gráfico da dinâmica de molhamento foi possível analisar que as proporções de LCC introduzido nas membranas diminuiu sua interação com a água, tornando as membranas menos hidrofílicas. Esse fator está atribuído a composição do LCC, pois seus componentes formam um grupo diversificado de compostos fenólicos que apresentam características anfífilas.

4.4 ABSORÇÃO DE ÁGUA E PERDA DE MASSA

O ganho de massa determinado através da absorção de água pelas MQ e pela MQLCC nas proporções de 5%, 10% e 15% foi analisado através do monitoramento da imersão destas em água destilada durante 72 h. Na figura 5.0 é indicado o ganho de massa em percentual das membranas durante as 72h. É possível observar que a MQ apresentou um ganho de massa constante e proporcional ao tempo em que esteve imersa em água destilada. A MQLCC também teve um ganho de massa, entretanto bem menor que a MQ. Esse aumento de massa na MQLCC diminuiu com o aumento da proporção de LCC introduzido na membrana.

Figura 5.0: Ganho de massa em percentual.

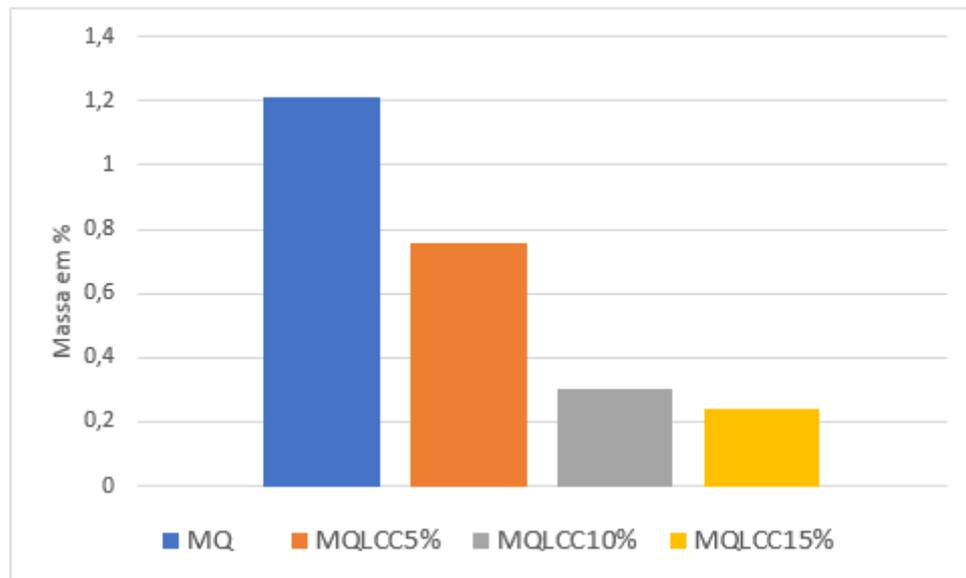


Fonte: Própria do autor

A MQ teve um ganho de massa superior a MQLCC, isso se deve ao fato de que a MQ tem uma maior capacidade de absorção de água, isto se justifica pelo fato da quitosana possuir em sua estrutura grupos NH (amina) e OH (hidroxila) que caracterizam a membrana como hidrofílica (BASTOS 2016). As membranas com proporções de LCC apresentaram menor capacidade de absorção de água e à análise da fig. confirma mais uma vez o caráter hidrofóbico do LCC observado na técnica da molhabilidade.

O fato da MQ ter apresentado uma absorção de água significativa durante todo o intervalo de 72h também está relacionado ao caráter polar da membrana, observado na técnica da energia de superfície (fig. 6.0). Essa elevada taxa de ganho de massa na MQ em detrimento da constante absorção de água, traz consequências como a redução da estabilidade estrutural do polímero, ou seja, a presença constante de umidade na estrutura do polissacarídeo provoca o intumescimento da matriz com consequente desagregação das fibras e destacamento do filme (FERNANDES 2009). Dessa maneira a perda de massa foi mais acentuada na membrana de quitosana pura (fig. 5.1) de tal forma que as membranas de quitosana com LCC apresentaram uma maior estabilidade quanto a sua degradação.

Figura 5.1: Perda de massa em porcentagem



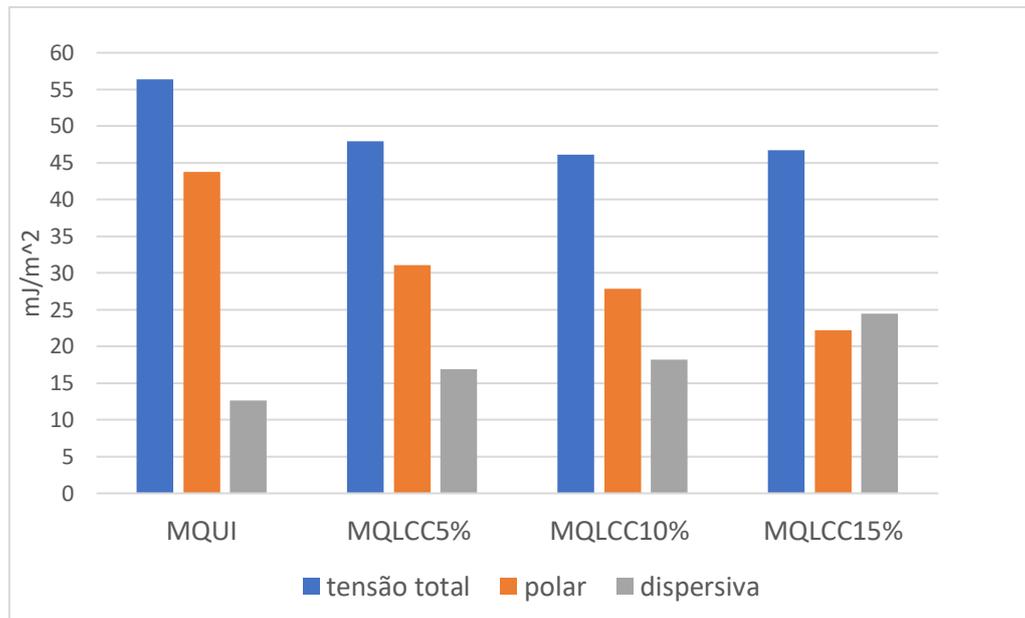
Fonte: Própria do autor

4.5 ENERGIA DE SUPERFÍCIE

A energia de superfície é um indicador da química da superfície, em termos das interações que podem ocorrer (MACÊDO, 2014). Os efeitos da tensão superficial são variados, a partir da modificação no comportamento de líquidos em suas condições naturais. A superfície de um sistema tem sempre excesso de energia comparado ao seu interior e os átomos superficiais têm energia mais alta que os internos que estão rodeados de vizinhos (LUZ, et al; 2008).

Na figura 6.0 observa-se que nas MQUI a componente polar destaca-se com valor maior do que a componente dispersiva, isso confirma sua maior afinidade pela água. Nas membranas com LCC, observa-se uma diminuição da componente polar e um aumento da componente dispersiva à medida que aumenta a quantidade de LCC, destacando-se a membrana de 15% em que a componente dispersiva fica com valores maiores do que a componente polar. Esse fato está relacionado ao caráter anfifílico forte do LCC, pois a maioria dos seus constituintes são lipídeos fenólicos, tornando o LCC apolar, aumentando sua dispersiva.

Figura 6.0: Energia superficial das membranas de quitosana pura e de membranas de quitosana com LCC.



Fonte: Própria do autor

Embora a MQLCC10% e MQLCC15% tenham suas componentes polares e dispersivas distintas, a energia superficial total em ambas é praticamente a mesma para as três condições, comparando esse resultado com os resultados dos demais testes (3.3 e 3.4) é possível observar que o comportamento da MQLCC10% e da MQLCC15% se mostram praticamente iguais. Mais estudos podem ser feitos a cerca disso para observar se este comportamento mudaria ou continuaria o mesmo para membranas com proporções de LCC superiores a 15%.

5 CONCLUSÃO

Foi possível a obtenção de membranas a partir da incorporação de diferentes proporções de LCC à solução de quitosana, as membranas de quitosana pura apresentaram uma maior energia superficial em relação as membranas de quitosana com LCC, onde as membranas com proporções de LCC a 5%, 10% e 15% possuem energia superficial praticamente iguais. O LCC trouxe um aspecto heterogêneo às membranas. No ensaio de absorção de água as membranas de quitosana com LCC apresentaram maior estabilidade, quanto a sua degradação.

As membranas de quitosana pura tem caráter hidrofílico, já as membranas de quitosana com LCC apresentou uma diminuição na sua hidroflicidade. Para o uso da

membrana de quitosana com LCC como um curativo, é necessário realizar estudos biológicos da membrana, principalmente testes toxicológicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Pesquisa do IFPI Campus Picos, ao laboratório de pesquisa (LAOH) da UFPI- Campus Picos, e ao CNPQ.

REFERÊNCIAS

BARROS, T.T De. Produção e caracterização de filmes de polpa de mamão com adições de nanoestruturas, processados em modo batelada. Dissertação de mestrado: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA, São Carlos, 2016.

Bastos,J.dos S.B. Preparo e caracterização de membranas de quitosana com cardanol. Dissertação mestrado (ENGENHARIA DE MATERIAIS)-IFPI, Teresina 2016.

Cavalcante, R. A. L. Efeito da adição do líquido da castanha do caju nas propriedades térmicas, ópticas, mecânicas e morfológicas da borracha natural. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, 2013.

Chaudhury, A.Das S. Recent advancement of chitosan-based nanoparticles for oral controlled delivery of insulin and other therapeutic agents. AAPS PharmSciTech., v.12, n.1, p.10-20, 2011.

Dedavid, B. A.; Gomes, C. I; Machado, G. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras. PUCRS, Porto Alegre, 2007.

Duarte,L.daC.;Juchem,L.;Pulz,G.M.;DeBrum,T.M.M;Chodur,N.;Liccardo,AANTÔNIO.;Fischer,A.C &Acuan,R. Aplicações de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Sistema de Energia Dispersiva (EDS) no Estudo de Gemas: exemplos brasileiros. Pesquisas em Geociências,2003.

Gonsalves, A. A.; Araujo, C. R. M.; Soares, N. A., Goulart, M. O. F., Abreu, F. C. Diferentes estratégias para a reticulação de quitosana. Quím. Nova vol.34, 2011.

Ionashiro,M.G. Fundamentos da termogravimetria, análise térmica diferencial, calorimetria exploratória diferencial. Araraquara: Giz editorial, 2004.96p.

Jayakumar,R.; Ramachandran.; Sudheesh, K. P. T.; et al. Fabrication of chitin-chitosan/nanoZrO(2) composite scaffolds for tissue engineering applications. *Int J BiolMacromol.*, 2011.

Kumar, P. P.; Paramashivappa, R.; Vithayathil, P. J.; Subba Rao, P. V.; Rao, S.; J. Agric. FoodChem. 2002, 50, 4705.

Laranjeira, M. C. M.; Favere, V. T. Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. *Quim. Nova*, v.32, n.3, p.672-678, 2009.

Lopes,W.S. Síntese, caracterizaçãoe cinética da decomposição térmica de complexos de antanideos. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, 2005.

Macêdo, M. O. C.; Macêdo, H. R. A.; Santos, Z. M.; Pereira, M. R.; Alves, C. Avaliação da modificação de membranas de quitosana tratadas por plasma de hidrogênio para aplicações biomédicas. *Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo*, 2010.

Macêdo, M.O.C.; Macêdo, H. R. A.;Brandim, A.S.; Junior, C.A. Caracterização de membranas de quitosana tratadas por plasma de diferente gases. CBECIMAT, 2014.

Mahata, D.; Mandal, S. M.; Bharti, R.; Gupta, V. K.; Mandal, M.; Nag, A.; Nando, G. B. Self-assembled cardanol azo derivatives as antifungal agentwith chitin-binding ability. *InternationalJournalofBiologicalMacromolecules*, 2014.

Matos, J.R.; Mercuri,L.; Barros, G. Análise térmica aplicada a fármacos e medicamentos. In: STORPIRTIS, S. et al. *Biofarmacotécnica*. Guanabara Koogan, 2009. Cap.4, p.32-65.

Mazzetto, S. E., Lomonaco, D., Mele, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. *Quím. Nova* vol.32 - São Paulo, 2009.

Nunes, G. A. Utilização do ácido anacárdico e do cardanol como substratos para a reação de metátese e preparação de xantonas e tioxantonas. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2014.

Oliveira, L. S.de. A.F.; Oliveira,C.S; Machado, A.P.L; Rosa,F.P. Biomaterials for bone regeneration – Methods of analyses and future perspectives. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, ISSN 1677-5090 ,2010.

Osmari, M.P. Líquido da castanha do caju associado a fontes de nitrogênio não proteico na alimentação de bovinos. Tese de doutorado em Zootecnia- Universidade Estadual de Maringá, 2013.

Osmari, M. P., Matos, L. F., Salab, B. L., Diaz, T. G., Giotto, F. M., Líquido da casca da castanha de caju: características e aplicabilidades na produção animal; Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. Vol. 9, No 3, pp 143-149, 2015.

Pires, AL.R; BielrhalzI, AC.K; Moraes, A.M. Biomateriais: Tipos, aplicações e mercado. QUIMICA NOVA. R, Vol 38 N 7, P 957-971, ABRIL 2015.

Patel, R. N.; Bandyopadhyay, S.; Ganesh, A.; Bioresour. Technol. 2006, 97, 847
Stasiuk, M.; Bartosiewicz, D.; Kozubek, A.; Food Chem. 2008, 208, 996

P. Senthil Kumar; N. Arun Kumar; R. Sivakumar; C. Kaushik.; Experimentation on solvent extraction of polyphenols from natural waste. Springer Science+Business Media, LLC 2009.

PONSONNET, L. et al. Relationship between surface properties (roughness, wettability) of titanium and titanium alloys and cell behaviour. Materials Science and Engineering: C, v. 23, n. 4, p. 551-560, 2003.

Serrano, L.A.L; Pessoa, P.F.A.P.DE. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. *Sistema de produção do caju*, Embrapa. 2016. Disponível em: https://www.spo.cnpia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308 acesso em 07/01/2018 as 14:00hrs.

Sayari, N.; Sila A, Abdelmalek BE, Abdallah RB, Ellouz-Chaabouni S, Bougatef A, Balti R, Chitin and chitosan from the Norway lobster by products: Antimicrobial and anti-proliferative activities. Elsevier, N 87, p 163-171, 2016.

Shinkai, T., Enishi, O., Mitsumori, M., Higuchi, K., Kobayashi, Y., Takenaka, A., Nagashima, K. & Mochizuki, M. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. Journal of Dairy Science, 95, 5308-5316, 2012.

RIBEIRO, E. A. M., FILHO, G. R., VIEIRA, J. G., SOUSA, R. M. F., ASSUNÇÃO, R. M. N., MEIRELES, C. S., DUARTE J., ZENID, M. Caracterização de membranas assimétricas de acetato de celulose produzidas a partir do aproveitamento do resíduo da palha de milho para uso em ultrafiltração. Quim. Nova, Vol. 37, 2014.

Wang J.J.; Zeng Z.W.; Xiao R.Z. et al. Recent advances of chitosan nanoparticles as drug carriers. *International Journal of Nanomedicine*, v.6, p. 765-774, 2011.

Watanabe, Y., Suzuki, R., Koike, S., Nagashima, K., Mochizuki, M., Forster, R. & Kobayashi, Y. In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent for ruminants. *Journal of Dairy Science*, 93, 5258-5267 2010.