

Síntese e caracterização da membrana quitosana/perlita

Synthesis and characterization of the chitosan/perlite membrane

DOI:10.34117/bjdv6n11-232

Recebimento dos originais: 12/10/2020

Aceitação para publicação: 12/11/2020

Vandeci Dias dos Santos

Professora Dra. nos curso de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química Industrial -
Universidade Estadual da Paraíba

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário - Campina Grande - PB, 58429-500

E-mail: vandeci@yahoo.com.br

Marcelo Maia

Professor Dr. no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Estadual da Paraíba

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário - Campina Grande - PB, 58429-500

E-mail: marcello_maia2000@yahoo.com.br

Eliza Edneide Oliveira Souza de Almeida

Licencianda em Química - Universidade Estadual da Paraíba

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário - Campina Grande - PB, 58429-500

E-mail: lourencoeliza461@gmail.com

Rennan Normando

Graduado em Química Industrial - Universidade Estadual da Paraíba

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário - Campina Grande - PB, 58429-500

E-mail: rennan.normando@hotmail.com

Rénally Marraly

Licenciada em Química - Universidade Estadual da Paraíba

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba

Endereço: Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário - Campina Grande - PB, 58429-500

E-mail: rennalymarraly@gmail.com

RESUMO

A quitosana apresenta-se como adsorvente atrativo que apresenta propriedades como biocompatibilidade, biodegradabilidade e adsorção. A perlita apresenta composição molar SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , H_2O , MgO , Fe_2O_3 e TiO_2 e pode ser utilizada nos processos de adsorção de corantes em conjunto com bioadsorvente quitosana. O objetivo deste trabalho é produzir membranas de quitosana/perlita por meio de uma metodologia adequada para fins de adsorção de corantes. A quitosana foi dissolvida em solução de ácido acético 5% V/V sob agitação magnética durante aproximadamente 1 hora e 20 minutos à temperatura de 40 °C na proporção 2 gramas de QTS/50 mL da solução ácida resultando uma solução com aspecto homogêneo e viscoso. A perlita expandida com granulometria 20 mesh foi dissolvida em solução de ácido cítrico 0,5 M durante 30 minutos sob agitação magnética na proporção de 2 gramas de perlita/100 mL da solução ácida. Posteriormente, misturou-se a solução de quitosana e perlita (na proporção 1:2), realizando a agitação magnética, obtendo uma solução resultante que foi adicionada à solução de hidróxido de sódio (NaOH), 2,5 M na proporção de 15 mL da solução/200 mL da solução básica, permanecendo em repouso durante 2 horas a fim de promover a coagulação. Em seguida, lavou-se com água destilada até atingir o pH neutro, transferiu-se para um vidro de relógio e promoveu a secagem na estufa à 60°C, obtendo a membrana QTS/perlita. As membranas híbridas QTS/perlita, foram caracterizadas por difração de raio-X e infravermelho. As membranas posteriormente serão utilizadas para adsorção de corantes de indústrias têxteis.

Palavras-chave: quitosana, perlita, membrana, corante.

ABSTRACT

Chitosan is an attractive adsorbent with properties such as biocompatibility, biodegradability and adsorption. Perlite has a molar composition SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , H_2O , MgO , Fe_2O_3 and TiO_2 and can be used in dye adsorption processes in conjunction with chitosan bioadsorber. The objective of this work is to produce chitosan / perlite membranes using an adequate methodology for the purposes of dye adsorption. Chitosan was dissolved in a 5% V / V acetic acid solution under magnetic stirring for approximately 1 hour and 20 minutes at a temperature of 40 °C in the proportion of 2 grams of QTS / 50 mL of the acidic solution resulting in a homogeneous and viscous solution. The perlite expanded with 20 mesh granulometry was dissolved in 0.5 M citric acid solution for 30 minutes under magnetic stirring in the proportion of 2 grams of perlite / 100 mL of the acid solution. Subsequently, the chitosan and perlite solution (1: 2 ratio) was mixed, performing magnetic stirring, obtaining a resulting solution that was added to the 2.5 M sodium hydroxide solution (NaOH) in the proportion of 15 mL. of the solution / 200 mL of the basic solution, remaining at rest for 2 hours in order to promote coagulation. Then, it was washed with distilled water until it reached neutral pH, transferred to a watch glass and dried in the oven at 60°C, obtaining the QTS / perlite membrane. The hybrid QTS / perlite membranes were characterized by X-ray and infrared diffraction. The membranes will later be used for adsorption of dyes from textile industries.

Keywords: chitosan, perlite, membrane, dye.

1 INTRODUÇÃO

A quitosana é o nome dado ao produto obtido da desacetilação da quitina. É um biopolímero que possuem características únicas, usadas para uma vasta variedade de aplicações industriais e biomédicas. Durante o processo de desacetilação da quitina, os grupos amida ($-\text{NHCOCH}_3$) são transformados em grupos amino ($-\text{NH}_2$) ao longo da cadeia polimérica. Ocorre de várias formas o processo de hidrólise: por via ácida e via básica, porém, por via básica é mais usada devido ao maior rendimento de desacetilação e a uma maior formação de subproduto o que engrandece o processo, desde sua origem até sua disposição final (ROSA, 2009). Ao contrário da quitina, a quitosana apresenta solubilidade em soluções ácidas, permitindo o estudo de seus grupos reativos.

Embora sejam consideradas biopolímeros distintos, o parâmetro grau de desacetilação (quantidade de monômeros desacetilados em suas cadeias) é que caracteriza a forma do biopolímero predominante, isto é, quitina ou quitosana (BARROS, et al, 2006). O grau de desacetilação, determina a quantidade de grupos amínicos na cadeia polimérica, sendo que, uma extensão acima de 50% de desacetilação, define a entidade química quitosana (GUIBAL, 2004; ARIOLDI *et al*, 2006; BALABAN *et al*, 2008).

Os biopolímeros quitina e quitosana têm atraído muita atenção devida suas propriedades (BERGER *et al.*, 2004). As propriedades da quitosana, como viscosidade, grau de desacetilação, massa molar dependem das fontes de matéria-prima e métodos de fabricação. Outra propriedade importante é a habilidade de ambos formarem quelatos com íons de metais pesados (BACHMANN, 2008). A quitosana tem a capacidade de coletar seletivamente metais de transição através de ligações de troca iônica, sorção e quelação (GONÇALVES, et al, 2005). Os monossacarídeos e os polissacarídeos são importantes para formação de complexos estáveis com metais de transição.

Com o recente interesse pela quitosana como um recurso natural, muitos estudos sobre corpos porosos e densos formados com esse material têm sido realizados. Sua capacidade de interagir com uma diversidade de substâncias, como: corantes, proteínas, íons metálicos etc, a destaca para aplicações voltadas tanto para detecção e análise dessas substâncias quanto para sua concentração ou recuperação. Por ser considerada biocompatível, biodegradável e atóxica, a quitosana exibe grande potencial para outros ramos comerciais: aplicações na agricultura (tratamento de sementes, enriquecimento do solo), na medicina (combate o colesterol, inibe o desenvolvimento de células cancerígenas), nos alimentos (antioxidante, na preservação de alimentos). (GOY, et al, 2004). Um argilomineral promissor para processos de adsorção é a perlita, a qual é consumida na forma expandida, apesar de uma pequena quantidade não expandida ter algumas aplicações, bastante utilizada como catalisador em reações químicas e como abrasivo. Atualmente as partículas da perlita são utilizadas no processamento de alimentos, e produtos farmacêuticos manufaturados.

O tratamento através da adsorção é uma das poucas alternativas promissoras que existem para remoção de corantes têxteis de águas, especialmente quando se usa adsorventes naturais de baixo custo, como biomassa, rejeitos da indústria e da agricultura, materiais argilosos, etc (KUMAR, 2000). Embora o uso desses materiais não seja ainda comum, em geral, apresentam boa capacidade de adsorção. Um material adsorvente deve reunir algumas propriedades importantes, tais como: uma grande área interfacial, ser inerte e possuir centros básicos. Porém estes atributos tornam-se irrelevantes, se o produto final proposto para tal finalidade tornar o custo do processo elevado. A quitosana constitui material de rejeito da indústria pesqueira, além de ser biodegradável e com capacidade de adsorção, apenas, dez vezes inferior, quando pó da quitosana é comparado à adsorção da sílica gel modificado com agentes silicantes, sílica modificada com ácido 2,4-diclorofenoxiacético ou sílica funcionalizada com ditiocarbamato (PRADO & AIROLDI, 2005; KUMAR *et al*, 2000), que obviamente encarece o processo.

A perlita é uma rocha vulcânica de ocorrência natural que pode ter seu volume expandido até 20 vezes o seu tamanho original quando aquecida de 800-1200°C. A perlita expandida atua como um excelente isolante, tanto térmico como acústico, possuindo alta resistência ao calor, sendo classificada como material ultra-leve. Apresenta coloração branca, tem uma densidade de 32 Kg/m³, é quimicamente inerte e tem um pH de aproximadamente 7. O custo da perlita expandida é menor do que R\$13,00 por quilo no Brasil, tornando-a um candidato viável como adsorvente econômico para a remoção de metais pesados como chumbo, cádmio, cobre e cromo (GHASSABZADEH *et al.*, 2010).

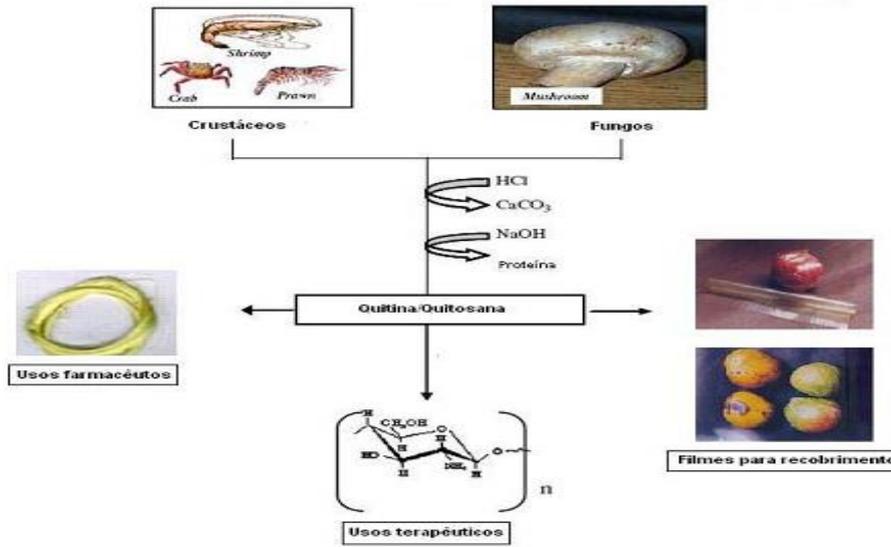
Neste trabalho buscou-se realizar a síntese de membranas quitosana/perlita e a caracterização quanto aos grupos presentes nesse material.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 QUITINA E QUITOSANA

Depois da celulose, o biopolímero β -(1-4)-N-acetil-D-glucosamina é o mais abundante encontrado na natureza. Sua denominação usual é quitina, termo derivado da palavra grega “Khiton”, que significa carapaça ou caixa protetora, tendo com função o revestimento protetor para os invertebrados (AIMOLI, 2007). A quitina é um polímero natural encontrada em muitas espécies de animais marinhos, na parede celular das leveduras e exoesqueleto de invertebrados como camarão, siri, e insetos. Sua obtenção comercial é principalmente advinda de cascas de camarão e siri, disponíveis em grandes quantidades no processamento da indústria pesqueira (ROSA, 2009).

Figura 1 - Esquema de preparação de quitina e quitosana a partir de exoesqueleto (carapaças) de crustáceos e fungos e suas aplicações.

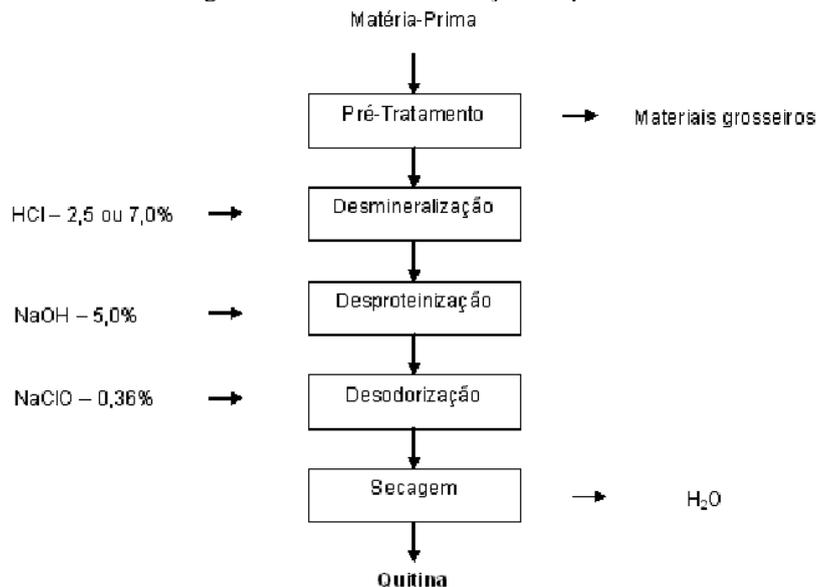


Fonte: AZEVEDO et al.,2007.

Em meio aquoso e na maioria dos solventes orgânicos, é insolúvel e apresenta baixa reatividade química. Porém, é devida essa solubilidade que a torna um fator limitante a sua utilização (LARANJEIRA et al, 2009).

Apresenta também três diferentes formas polimórficas, descritas como α -quitina, β -quitina e γ -quitina, que as classificam de acordo com suas estruturas cristalinas (MOURA et al,2006). O processo de obtenção de quitina segue as etapas de: pré-tratamento, desmineralização, desproteinização, desodorização e secagem, como apresentado na Figura 2.

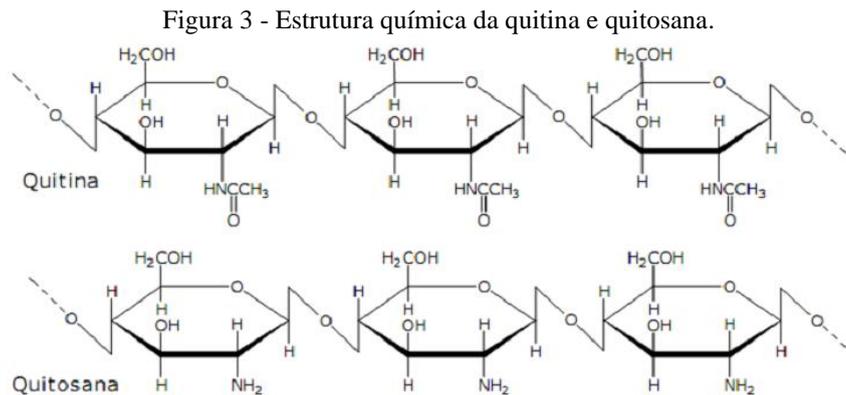
Figura 2 - Processo de obtenção de quitina.



Fonte: MOURA et al, 2006.

Por outro lado, a quitosana é solúvel em água, e apresenta grupamentos diferentes, com capacidade de solubilizar-se em ácidos orgânicos, o que constitui uma das principais características que diferencia a quitosana em relação à quitina.

A quitina é constituída de unidades 2-acetamido-2-desoxi-D-glicopirranose unidas por ligações β -(1 \rightarrow 4) e quando passa por processo de desacetilação, quer seja por tratamento com bases fortes quer seja por métodos microbiológicos, resulta na estrutura β -(1 \rightarrow 4)-2-amino-2-desoxi-D-glicopirranose, conhecida como quitosana (ROBERTS, 1992).



Fonte: CHAVES, 2009.

A quitosana é o nome dado ao produto obtido da desacetilação da quitina. É um biopolímero que possuem características únicas, usadas para uma vasta variedade de aplicações industriais e biomédicas (MOURA et al., 2006). Durante o processo de desacetilação da quitina, os grupos amida (-NHC(=O)CH₃) são transformados em grupos amina (-NH₂) ao longo da cadeia polimérica. Ocorre de várias formas o processo de hidrólise: por via ácida e via básica, porém, por via básica é mais usada devido ao maior rendimento de desacetilação e a uma maior formação de subproduto o que engrandece o processo, desde sua origem até sua disposição final (ROSA, 2009).

O grau de desacetilação (\overline{GD}) é uma das propriedades que determina se o biopolímero é quitina ou quitosana e seu conhecimento são essenciais quando se estuda a relação entre estrutura-propriedade com seu possível uso industrial. O grau de desacetilação, uma das mais importantes propriedades químicas desse polímero representa a proporção de unidades de N-acetil-D-glucosamina com respeito ao número total de unidades (CARVALHO, 2006). Um conteúdo maior que 50% de grupos amina distribuídos na cadeia polimérica define o polímero como quitosana, enquanto o grau de desacetilação menor que 50% corresponde à quitina.

Tanto a quitina quanto a quitosana são materiais biologicamente inertes. O uso de polímeros naturais para aplicações diversificadas têm sido de grande importância para os avanços das ciências, e

apresentam várias vantagens por ser de fácil obtenção, biocompatível e não tóxica (AZEVEDO et al., 2007).

2.2 PERLITA

A perlita é uma rocha vulcânica vítrea, da família da sílica amorfa, formada principalmente por alumínio e silicatos. Em geral, ela apresenta inúmeras rachaduras concêntricas que faz lembrar uma casca de cebola. É composta de 70 – 75% de SiO₂, 12 – 18% de Al₂O₃, 4 – 6% de K₂O, 1 – 4% de óxidos de cálcio e sódio, pequenas quantidades de óxidos de outros metais e contém 2 – 6% de água (DIEKMAN, 1985; USEPA, 1995).

A característica que a difere dos demais minerais vulcânicos é a capacidade de expandir-se de quatro a vinte vezes seu volume original quando aquecida a altas temperaturas. Quando a perlita moída é aquecida a uma faixa de temperatura de 760 a 1090°C se expande de maneira similar à pipoca. Este fenômeno se deve à presença de água retida dentro do mineral cru. A água contida na perlita se evapora durante o processo de aquecimento formando infinidade de pequenas bolhas de ar seladas e conectadas entre si. Estas bolhas fazem da perlita um mineral muito leve e de excelentes propriedades físicas. É essencialmente um silicato de alumínio amorfo metaestável, de baixa densidade, coloração branco acinzentado, com pH neutro e retenção iônica desprezível. Possui baixo teor de ferro e é insolúvel em ácidos minerais e inorgânicos, sendo considerada quimicamente inerte (ALKAN; DOGAN, 2001). Algumas propriedades físicas da perlita estão apresentadas na Tabela 1.

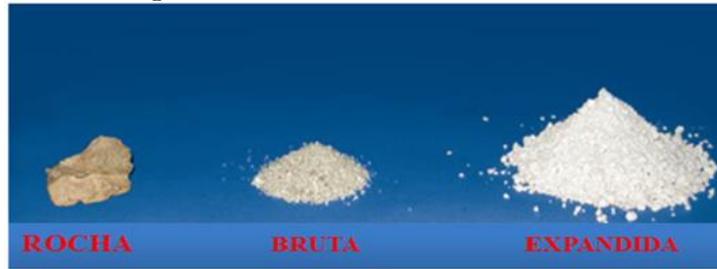
Tabela 1 - Propriedades Físico-Químicas da Perlita.

Estado Físico	Sólido
Forma	Pó/Granulado
Cor	Branco
Odor	Inodoro
pH	Neutro (5,0 a 7,5)
Ponto de Fusão	1.200 – 1.300°C
Densidade	40 a 400 Kg/m ³
Solubilidade	Ácido hidrófluorídrico

FONTE: FISPQ (FICHA DE INFORMAÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS)

A perlita bruta é extraída através de métodos de poço aberto e em seguida, é transportada para o local da instalação onde é armazenada. O minério bruto é extraído, triturado, secado em um secador rotativo, térreo, blindado, e enviado para plantas de expansão. Fornos estacionários rotativos de expansão vertical ou horizontal são utilizados para expandir o minério após o processamento (USEPA, 1995). Na Figura XX, é mostrada três diferentes formas da perlita.

Figura 4 – Perlita em suas diferentes formas.

Fonte: www.perlitemp.com

A primeira etapa de processamento é reduzir o diâmetro do minério bruto para aproximadamente 1,6 cm (0,6 polegadas) em um britador primário. O minério bruto é então passado através de um secador rotativo, que reduz a umidade do conteúdo de 4 a 10% para menos de 1% (USEPA, 1995).

Após a secagem, ocorre a moagem secundária em um sistema de circuito fechado utilizando telas, ar, classificadores, moinhos de martelos e moinhos de barras. O material de tamanhos irregulares produzidos a partir do circuito secundário é retornado para o britador primário. Grandes quantidades de material fino, produzidos durante as etapas do processamento são retirados pelo ar e classificados em etapas. O tamanho desejado do minério processado de perlita é armazenado até que seja enviado para uma planta de expansão (USEPA, 1995).

Nas plantas de expansão, o minério processado é pré-aquecido ou alimentado direto no forno, o que aumenta a produção utilizável e controla a uniformidade na densidade do produto. No forno, o minério de perlita atinge uma temperatura de 760 a 980°C, é neste ponto que ela começa a amolecer a um estado de plástico onde a água combinada é liberada em forma de vapor. Isso faz com que partículas de perlita aquecidas expandam-se de 4 a 20 vezes seu tamanho original. A sucção de ar tira as partículas expandidas para fora do forno e as transportam pneumáticamente para um ciclone (sistema de classificação) onde serão coletadas. As partículas de perlita suspensas e ar são arrefecidos quando transportadas ao equipamento coletor. O ciclone coleta as partículas de perlita expandida, remove o excesso de poeira e as descargas de gases (um filtro de gases controla a poluição do ar). Quando se mistura vários tamanhos de minério bruto, os graus de perlita expandida produzidos também podem ser ajustados alterando o ciclo de aquecimento e os pontos de corte. Todos os processados produzidos são classificados em frações granulométricas para usos específicos. Geralmente são armazenadas antes de serem comercializadas (USEPA, 1995).

A perlita pode ser utilizada como sistema filtrante e possui característica de não transferir cor, odor e sabor aos líquidos filtrados. E bastante utilizada como substrato para cultivo, sendo uma das aplicações mais difundidas no mundo (ALKAN; DOGAN, 2001).

No processo de adsorção as moléculas presentes na fase fluida são atraídas para a zona interfacial devido a existência de forças atrativas não compensadas na superfície do adsorvente (RUTHVEN, 1984). A adsorção é uma operação de transferência de massa do tipo sólido-fluido na qual se explora a habilidade de certos sólidos em concentrar na sua superfície determinadas substâncias existentes em soluções líquidas ou gasosas (GOMIDE, 1988).

2.3 MÉTODOS

2.3.1 Dissolução de quitosana em ácido acético

Inicialmente foi realizado o preparo de uma solução de ácido acético 5% (v/v). Posteriormente, num béquer de 100 mL, foi pesado 2g de quitosana e adicionou-se 50 mL da solução de ácido acético, obtendo uma proporção de 1g/25mL. Deixou-se a solução sob agitação e temperatura constante de 60°C por aproximadamente 30 minutos até a obtenção de uma solução viscosa de quitosana e em seguida armazenada.

2.3.2 Preparação da emulsão de Perlita

Primeiramente foi realizado o preparo de uma solução de ácido cítrico, 0,5 mol.L⁻¹. Posteriormente, num béquer de 100 mL, foi pesado 2g de perlita e adicionou-se 100 mL da solução do ácido citado, obtendo uma proporção de 1g/50mL. Deixou-se a solução sob agitação constante por aproximadamente 30 minutos até a obtenção de uma solução com um aspecto homogêneo e em seguida armazenada.

2.3.3 Obtenção dos Filmes de quitosana/perlita

Realizou-se uma mistura das soluções de quitosana e perlita, implicando uma solução viscosa QTS/perlita, a qual mediu-se 15 mL e adicionou-se à solução de hidróxido de sódio (NaOH), 2,5 mol.L⁻¹, o sistema permaneceu em repouso durante cerca de 4 horas para coagulação do material; em seguida, lavou-se com água destilada até atingir pH neutro, logo após o material coagulado formado foi transferido para um vidro de relógio e levado para estufa à 60°C por aproximadamente 40 minutos, depois de retirado da estufa e já em temperatura ambiente o filme foi retirado do vidro de relógio estando assim pronto uso.

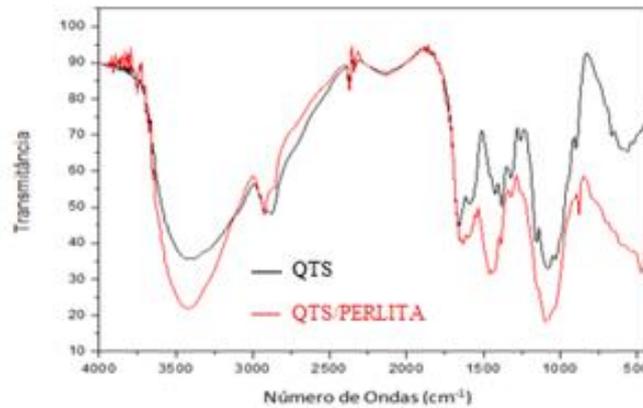
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO (FTIR)

A análise por espectroscopia no infravermelho permitiu observar e classificar algumas bandas relativas a vibrações características dos grupos funcionais presentes na estrutura da quitosana pura e

quitosana/perlita. A figura apresenta o espectro na região do infravermelho obtido para realização da pesquisa.

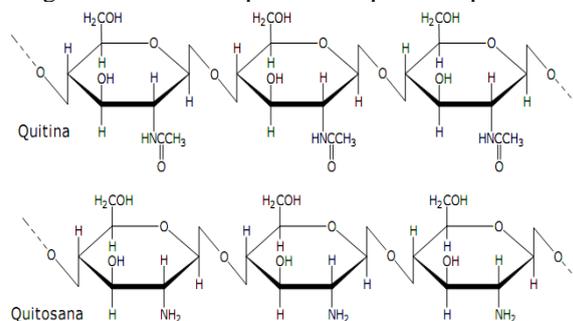
Figura 5 – Espectros na região do infravermelho obtida para a amostra de QTS e QTS/perlita.



Fonte: Própria.

Os principais grupos característicos da quitosana são o C-NH₂ de amina primária, C-OH do álcool primário e um pouco de C=O originário do grupo acetamido da quitina, constituída de unidades 2-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose unidas por ligações β-(1→4) que passa por processo de desacetilação por tratamento com bases fortes e métodos microbiológicos, resulta na estrutura β-(1→4)-2-amino-2-desoxi-D-glicopiranosose, conhecida como quitosana (ROBERTS, 1992).

Figura 6 - Estrutura química da quitina e quitosana.



Fonte: CHAVES, 2009.

O grande número de grupos amino primário faz com que o biopolímero remova metais com eficiência, de modo, que neutralize a acidez dos efluentes, precipitando os metais na forma de hidróxidos. Além disso, a estrutura flexível da cadeia do polímero é capaz de adotar configurações adequadas para complexação de íons de metais (FÁVERE et al., 2004 apud COELHO, 2006).

A presença de estiramento vibracional C-O de álcool primário a 1050-1070 cm⁻¹; aminas alifáticas a 1400-1500 cm⁻¹; banda entre 1750 e 1680 cm⁻¹ atribuída à deformação axial de C=O da carbonila denominada estiramento C=O do grupo acetamida, a qual corresponde a parte acetilada da

quitosana; amida a $1600-1670\text{ cm}^{-1}$, vibração de deformação angular no plano de intensidade média N-H de amida primária; bandas entre $3400-2900\text{ cm}^{-1}$ com grande intensidade, devido às vibrações do estiramento O-H e estiramento C-H. As principais bandas características do biopolímero quitosana estão dispostos na Quadro 1.

Quadro 1 - Principais grupos funcionais e atribuições vibracionais para amostra QTS.

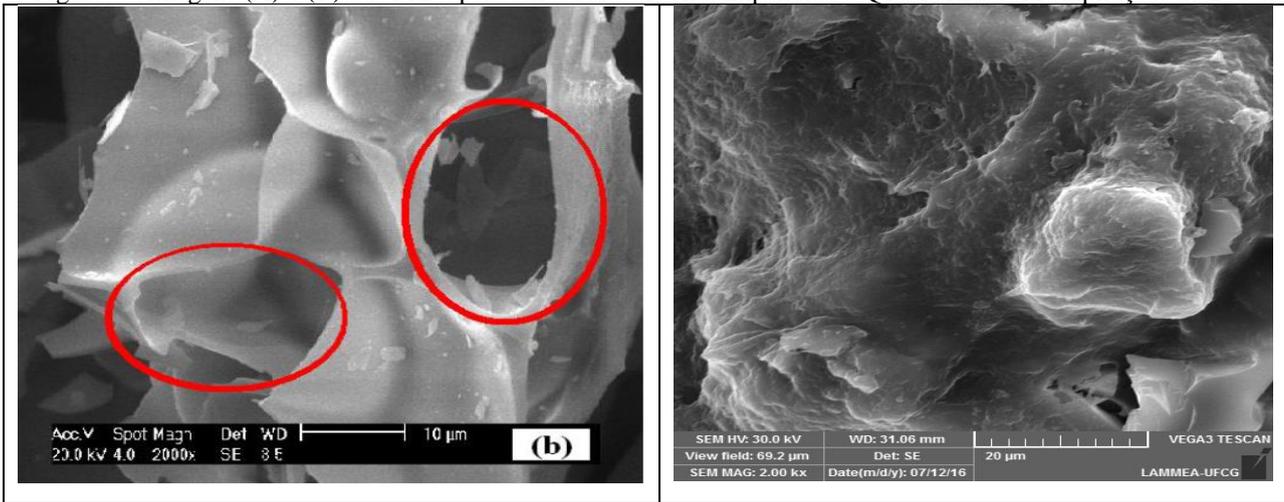
QUITOSANA	
$\lambda\text{ (cm}^{-1}\text{)}$	Atribuições
3400	v(O-H)
2955	v(C-H)
1750-1680	v(O=C)
1400-1500	v(H-N)
1200 – 1020	v(C-N)

A análise por espectroscopia no infravermelho obtido para a amostra de QTS observa-se as bandas características da quitosana. Na figura de QTS, percebe-se que as bandas características do adsorvente quitosana apresentam, apenas há um deslocamento das bandas presentes de cada substância.

3.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Os resultados das micrografias eletrônicas das amostras de QTS/Perlita, estão apresentados na Figura 7. Pode-se observar o caráter poroso do material e partículas com placas lamelares característicos dos aluminossilicatos. As regiões porosas são favoráveis ao fenômeno de adsorção, favorecida ainda mais pela incorporação da quitosana. Sendo também, um indicativo de área superficial considerável. Segundo ROULIA; VASSILIADIS (2006) após o processo de expansão a estrutura da perlita é composta de pedaços irregulares e aleatórios e de pequenas bolhas de ar seladas e conectadas entre si, que tornam o material altamente poroso.

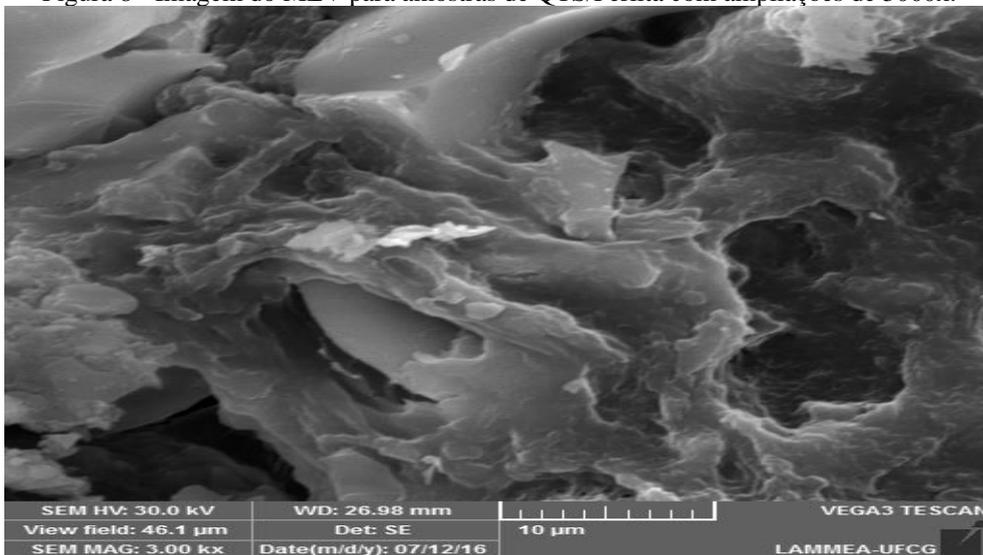
Figura 7 - Imagens (A) e (B) dos MEV para amostras de Perlita Expandida e QTS/Perlita com ampliações de 2000x.



Fonte: Belarmino, N. D, (2011)

Fonte: própria.

Figura 8 - Imagem do MEV para amostras de QTS/Perlita com ampliações de 3000x.



Fonte: própria

Pode-se observar o caráter poroso do material e partículas com placas lamelares característicos dos aluminossilicatos. As regiões porosas são favoráveis ao fenômeno de adsorção, favorecida ainda mais pela incorporação da quitosana, Figura 8. Sendo também, um indicativo de área superficial considerável. Segundo ROULIA;DIS (2005) após o processo de expansão a estrutura da perlita é composta de pedaços irregulares colocados aleatoriamente e de pequenas bolhas de ar seladas e conectadas entre si, que tornam o material altamente poroso.

3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na metodologia primitiva ocorreu a tentativa de produção de membranas de quitosana/perlita conforme a metodologia descrita no Artigo: *Produção de Esferas de Quitosana*(Revista Biotecnologia

e *Desenvolvimento – Edição n°33 – julho/dezembro 2004*), porém, o argilomineral não alcançou solubilidade no ácido que solubiliza a quitosana, este denominado ácido acético (CH_3COOH). Portanto, adaptou-se tal procedimento utilizando o ácido cítrico $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$, de modo que inicialmente preparou-se a solução de QTS seguindo o método anteriormente descrito, a qual foi adicionada a solução de perlita, resultando em um sistema submetido à agitação magnética durante aproximadamente quinze minutos e, então, adicionado à uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), $2,5 \text{ mol.L}^{-1}$, permanecendo em repouso cerca de duas horas, formando um coágulo, este lavado até atingir pH neutro. Desse modo, a quantidade do sistema coagulada foi vertida para placas de Petri e levadas para estufa à uma temperatura de 60°C . As membranas obtidas serão posteriormente utilizadas nos ensaios de adsorção. No espectro da QTS/perlita, percebeu-se que se mantiveram as principais bandas características da quitosana, ocorrendo apenas modificações no posicionamento destas bandas de absorção. É perceptível no gráfico da QTS/perlita a presença de maiores picos e em maior número quando comparado ao gráfico do QTS, o que implica na atribuição de que a síntese do híbrido QTS/perlita, aumenta o índice de cristalinidade da QTS.

REFERÊNCIAS

- AIMOLI, C.G. **Investigação da adequação de membranas de quitosana quimicamente modificadas para uso como biomaterial: estudo da calcificação in vitro.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2007.
- ALBERTINI,S.; CARMO, L.F.; FILHO, L.G.P. Utilização de serragem e bagaço de cana-de-açúcar para adsorção de cádmio. **Ciência Tecnológicas Alimentos Campinas.** n.1, v.27, p. 113-118, 2007.
- ALKAN, M.; DOGAN, M. Adsorption of Copper (II) onto Perlite. **Journal of Colloid and Interface Science,** v. 243, p. 280 – 291, 2001.
- ARAUJO,A.L.P. et al. Estudo termodinâmico da adsorção de Zinco em argila bentonita bofe calcinada. **Scientia plena,**n. 12, v. 5, p.1-6, 2009.
- AZEVEDO,V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; LIA FOOK, M. V. L.; COSTA, A. C. F. M. **Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.2.3 (2007). Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande, 2007.
- BECKER, T., SCHLAAK, M., STRASDEIT, H. Adsorption of nickel(II), zinc (II) and cadmium(II) by new chitosan derivates. **Reactive & Functional Polymer,** v. 44, p.289-298, 2000.
- CARVALHO, T. V. **Biomateriais à base de quitosana de camarão e bactérias para remoção de metais traços e petróleo.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- DIEKMAN, D. **Overview and uses of perlite.** New York: Preprint, 1985.
- GHASSABZADEH, H.et al. Adsorption of Ag, Cu and Hg from aqueous solutions using expanded perlite. **Journal of Hazardous Materials,** v.177, p.950-955, 2010.
- GHASSABZADEH,H. et al. Characterizations of Co(II) and Pb(II) removal process from aqueous solutions using expanded perlite. **Desalination,** v. 261, p.73-79,2010.
- MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SCHMIDT, C.; ALMEIDA, J; PINO, L.; **Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto.**Vetor, Rio Grande, 16(1/2): 37-45, 2006.
- PERLITEMP. Disponível em www.perlitemp.com, Acesso em 19 de maio de 2016.
- PORPINO, K. K. P.; **Biossorção de ferro (II) por casca de caranguejo ucidus cordatus.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química-UFPB – João Pessoa, 2009.
- PAGANINI,P.P.; **Síntese e caracterização de trocadores iônicos inorgânicos a base de óxidos mistos estanho-titânio para utilização na recuperação de cádmio e níquel e estudos fotoluminescentes.**Dissertação, São paulo, 2007.
- PRADO, A. G. S.; AIROLDI, C. **Anal. Chim. Acta.** 432, 201. 2001.

PRADO & AIROLDI, **APLICAÇÃO E MODIFICAÇÃO QUÍMICA DA SÍLICA GEL OBTIDA DE AREIA**; *Quim. Nova*, Vol. 28, No. 3, 544-547, 2005; Instituto de Química, Universidade de Brasília, CP 4478, 70919-970 Brasília – DF

ROSA, S.; **Adsorção de corantes reativos utilizando sal quaternário de quitosana como adsorvente**. Tese (doutorado) – UFSC, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ROULIA, M. et al. Influence of thermal treatment on the water release and the glassy structure of perlite. *Journal of Materials Science*, v. 41 n. 18, p.5770-5881, 2006. Disponível em www.springerlink.com/content/f60u0825251g1031/fulltext.pdf, Acesso em 22 de agosto de 2016.

RUTHVEN, D. M. **Principles of adsorption and adsorption Process**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1984.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J.; **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SOARES, C. H. L.; **Estudos mecanísticos da degradação de efluente de indústria de papel e celulose por fungos basidiomicetos degradadores de madeira**. 122 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Química Orgânica do Instituto de Química – Universidade Estadual de Campinas, 1998.

TALIP,Z.; ERAL, M.; HIÇSONMEZ,U. Adsorption of thorium from aqueous solutions by perlite. *Journal of Environmental Radioactivity*, v. 100, p. 139-143, 2009.

[USEPA] United States Environmental Protection Agency. **Perlite Processing**. AP 42, 1 .ed. v.1, cap. 11 .30: Mineral Products Industry, 1995.